Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN · M. v. LAUE
H. MARTIUS · R. W. POHL · W. WEIDEL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

46. JAHRGANG **HEFT 21** (ERSTES NOVEMBERHEFT) **1959**

INHALT

AUFSÄTZE Seite

JONATHAN ZENNECK 15. 4. 1871 bis 9. 4. 1959. Von W. MEISSNER 589
Zur Entwicklung des Stabilitätsbegriffes in der Mechanik. Von K. MAGNUS 590

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Zu den Prinzipien minimaler Elektrodenspannung und extremaler Entropieproduktion. Richtigstellung. Von M. STEENBECK 595
Zum Verhalten einer Townsend-Entladung in einer ebenen Funkenstrecke an konstanter Spannung. Von J. BÜSER . 595
Zur Untersuchung dünner Eisenschichten mit Hilfe des Faraday-Effektes. Von H. BOERSCH, M. LAMBECK und W. RAITH . 595
Elektronenoptische Herstellung freitragender Mikrogitter. Von H. BOERSCH, H. HAMISCH und K. H. LÖFFLER 596
Energieverluste von 25 keV-Elektronen in atomarem und molekularem Wasserstoff. Von H. BOERSCH, J. GEIGER und H.-J. REICH 596
Temperaturabhängiger Elektronenübergang zwischen Stickstoff-Radikalen, nachgewiesen mittels Elektronenresonanz. Von K. H. HAUSSER 597
Elektronen-Kern-Doppelresonanzen von *F*-Zentren in KCl bei Raumtemperatur. Von H. SEIDEL und H. C. WOLF 597
Elektronenresonanz bei stark belichtetem Silberchlorid. Von D. BÖSNECKER und W. WAIDELICH 598

(Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses auf Seite 2)

RÖNTGEN-FEINSTRUKTURUNTERSUCHUNGEN
UND RÖNTGEN-SPEKTRALANALYSE
mit
MÜLLER MIKRO 91
MÜLLER MIKRO 101
MÜLLER MIKRO 111
und
PHILIPS DIFFRAKTOMETER

C.H.F. MÜLLER
AKTIENGESELLSCHAFT
RÖNTGENWERK · HAMBURG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthee*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Für Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 12.— DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet. Mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag geht das Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder einschließlich des Rechts der fotomechanischen Wiedergabe oder einer sonstigen Vervielfältigung an den Verlag über. Jedoch wird gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e.V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens die Anfertigung einer fotomechanischen Vervielfältigung gestattet. Wenn für diese Zeitschrift kein Pauschalabkommen mit dem Verlag vereinbart worden ist, ist eine Wertmarke im Betrage von DM 0.30 pro Seite zu verwenden. ***Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.***

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3, Fernsprecher 830301) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Redaktionelle Hinweise

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 59717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterungen des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Fotografische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildung von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses von Seite 1

Seite

Die Kernmomente des Os^{187}. Von G. Guthöhrlein, H. Kopfermann, G. Nöldeke und A. Steudel 598
Zur Abtrennung von Strontium-90 aus Lösungen. Von K. H. Lieser und W. Hild 599
Potential Distribution on the Surface of Alkali Coated Metals. Von D. Yamamoto und T. Gotô 599
Neue Untersuchungen zum Palladium-Wasserstoff-Problem. Von R. Suhrmann, G. Wedler und G. Schumicki 600
Zur Struktur der 2-Desoxytetrose. Von H. Venner 600
Untersuchungen über den Abbau von Tropan-Alkaloiden durch Esterasen. Von G. Werner und G. Brehmer . . 600
Abspaltung von Acetylen und Bildung von 17-Ketosteroiden aus 17α-Äthinyl-nortestosteron und 17α-Äthinyl-3,17β-östradiol durch Einwirkung von Alkali. Von H. Langecker. 601
On Anthocyanins in Tulip Flowers. Von M. Shibata und N. Ishikura 601
Über die Oxydation von Chlorogensäure und DOPA während der Tabaktrocknung. Von A. Frey-Wyssling, J. W. Szarkowski und M. L. Birnstiel 602
Der Einfluß einiger Herbicide auf die Lipaseaktivität von Aspergillus niger. Von G. Kunert 603
Die Infektiosität der Ribonukleinsäure aus *Smithiavirus pudibundae*. Von A. Krieg 603
Comparison of Enzymes of Sugar Metabolism in Two Photosynthetic Algae: Anacystis Nidulans and Chlorella Pyrenoidosa. Von G. Richter 604
Über den Einfluß des Sorbits auf den Thiamin-Haushalt der Ratte. Von S. Hollmann, W. Schiek, U. Herlyn und E. Thofern 604
Die Beeinflussung der Acetylcholinreizung peripherer Nervenendigungen durch 5-Hydroxytryptamin und Lysergsäurediäthylamid. Von H. Matthies und W. Sziegoleit . . . 605
Kinetische Messungen zur O-Demethylierung durch Lebermikrosomen und zu ihrer Hemmung durch SKF 525-A. Von K. J. Netter 606
Ein Beitrag zur Aufgabe des Nervensystems bei der Steigerung des O_2-Verbrauches im Verlauf der Bestrahlung. Von A. Vacek 606
Relative individuelle Strahlenempfindlichkeit der Frühformen von Plastiden bei Leguminosen. Von W. Herbst 606
The Breakdown of Benzyl Compounds by a Soil Micrococcus. Von J. P. Voets und M. De Schinckel 607
Über die Einwirkung von Substanzen aus Myxobakterien auf Viren. II. Von I. Katzenberger 607
Eine mögliche fermentchemische Funktion der Ergosterin-Photoisomerisierung in Mikroorganismen. Von E.-E. Bruchmann 608
Mitotic Inactivity at the Evocator-Competence Interface. Von S. Mookerjee und K. Balasubramaniam 608
Beziehungen zwischen der Menge der DNS und dem Ausmaß der potentiellen Oberflächenentfaltung von Riesenchromosomenloci. Von F. Mechelke 609
Über den Einfluß des Blattes auf den Blühtermin bei der Tomate. Von W. Heinze 609
Special Cytoplasm Detectable in Fern Rhizoids. Von S. Nakazawa und A. Tsusaka 609
Die Abhängigkeit des Rohfettgehaltes der Leber des Karpfens (Cyprinus carpio L.) von der Jahreszeit, der Ernährung und dem Geschlecht sowie über die Beziehungen zum Gehalt an fettlöslichem Vitamin A. Von G. Keiz 610
Untersuchungen über cuticulare Stoffabgabe bei Ameisenweibchen, durchgeführt mit Radioisotopen. Von W. Berwig 610
Kompensatorische Kopfbewegungen bei Aktivdrehung eines Tintenfisches. Von S. Dijkgraaf 611

BESPRECHUNGEN

Bildungsauftrag und Bildungspläne der Gymnasien. (Ref.: E. Lamla) 611
M. Knoll, Materials and Processes of Electron Devices. (Ref.: W. Gurski 612
E. Rüchardt, Bausteine der Körperwelt und der Strahlung. (Ref.: E. Lamla) 612

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

46. Jahrgang Heft 21 (Erstes Novemberheft) 1959

Jonathan Zenneck 15. 4. 1871 bis 9. 4. 1959

Von W. MEISSNER, München

Nach einem Krankenlager von nur einigen Wochen in einem Münchener Krankenhaus ist ZENNECK eine Woche vor seinem 88. Geburtstag sanft entschlafen. Seitdem im Kriege seine Schwabinger Mietwohnung unbewohnbar wurde, wohnte er mit seiner Gattin und bald auch mit der Familie seiner ebenfalls ausgebombten Tochter in seinem Althegnenberger Sommerhaus, etwa 40 km vor München, nach Augsburg zu. Obwohl allmählich stark gehbehindert, hat ZENNECK bis zu seiner letzten Erkrankung noch ständig am physikalischen und gesellschaftlichen Leben teilgenommen, wobei ihm seine Gattin eine überaus treue und sorgsame Begleiterin überall hin war.

Wohl kein anderer Physiker ist jemals so vielen vertraut gewesen und von so vielen verehrt worden wie ZENNECK. Das lag daran, daß er nicht nur ein bedeutender Physiker und besonders redegewandter Hochschullehrer war, sondern auch eine besonders hochstehende Persönlichkeit voll menschlicher Größe und Wahrhaftigkeit und voll Teilnahme und Einsatzfähigkeit bei allen die Allgemeinheit betreffenden Fragen. Hinzu kam sein nie versagender Frohsinn und sein nie versiegender witziger Humor. Von letzterem gab er noch bei der groß angelegten Feier seines 80. Geburtstages im Deutschen Museum eine allgemeine Heiterkeit erregende Probe, als er bei seiner immer noch äußerst lebendigen Ansprache unter anderem etwa sagte: „Mein Vater war ein vorsichtiger, weitschauender Mann. Er gab mir die Vornamen Wilhelm, Adolf und Jonathan." — Und weder der verlorene Krieg Wilhelms II., in dem ZENNECK selbst viel Schweres durchmachte, noch die furchtbare Zeit Adolf Hitlers und des zweiten Weltkrieges, die ihn noch viel Schwereres erleben ließ, konnte seinen Lebensmut brechen noch seine Tatkraft vermindern.

Ein Glanzpunkt in der Zeit seit seinem 80. Geburtstag war für ZENNECK, als ihm 1956 in einem festlichen Raum des Deutschen Museums der Siemens-Ring, eine ganz seltene Auszeichnung, unter Anwesenheit des ältesten Enkels von Werner von SIEMENS, Dr. HERMANN VON SIEMENS, und von Verwandten, Freunden und Verehrern überreicht wurde. An Hand von Lichtbildern und mit Worten ließ da GEORG JOOS — der uns nun auch schon, und er viel zu früh, für immer verließ —, ZENNECKS Nachfolger an der Technischen Hochschule München und sein Mitarbeiter im Deutschen Museum, das Leben ZENNECKS an uns vorübergleiten: Seine Jugend im väterlichen, schwäbischen Pfarrhaus in Ruppertshofen, seine Ausbildungszeit im schwäbischen Seminar und im Tübinger Stift, seine wissenschaftliche Tätigkeit als Zoologe, z. B. im Londoner National History Museum, sein Übergang zur Physik als Assistent von FERDINAND BRAUN in Straßburg, seine Versuche der drahtlosen Nachrichtenübertragung über das Meer hinweg — für die ihm schon bei Lebzeiten ein Denkmal gesetzt wurde —, seine erste Danziger Zeit als Extraordinarius, die Zeit als Ordinarius in Braunschweig, wo er heiratete, die Zeit technischer Tätigkeit als leitender Angestellter der Badischen Anilin- und Sodafabrik bei den norwegischen, gewaltigen Wasserkräften und im Ludwigshafener Laboratorium, die Übersiedlung zur Technischen Hochschule München, die Hauptmannszeit im ersten Weltkrieg, die befohlene, heimliche Überfahrt mit FERDINAND BRAUN nach USA zur Funkstation Sayville, die durch ZENNECKS Lebenskunst erträglich gestaltete Internierungszeit nach dem Eintreten der USA in den Weltkrieg, die Rückkehr nach München zu Frau und Kindern, der Neubau des Physikalischen Instituts der Hochschule — mit der neu erfundenen Schreibprojektion „Belsazar" —, die Zusammenarbeit mit OSCAR VON MILLER im Deutschen Museum und die Leitung desselben nach MILLERS Tod, die Verdrängung vom Lehrstuhl der Hochschule durch die Nationalsozialisten, die Zerstörungen im zweiten Weltkrieg in der Hochschule und im Deutschen Museum, die Aufbauarbeit im Deutschen Museum nach Kriegsende und später die Gründung des Verbandes physikalischer Gesellschaften und die Leitung desselben, ZENNECK als Akademiemitglied und Klassensekretär — aber auch ZENNECK als Skiläufer, Reiter, Jäger, Fischer und Maler von Aquarellen und Temperabildern.

Die wissenschaftliche Lebensarbeit ZENNECKS und seine Bedeutung als Hochschullehrer, besonders sein großer Anteil an der Entwicklung der Nachrichtenübertragung durch elektrische Wellen und an der Ionosphärenforschung, ist beim 80. Geburtstag ZENNECKS in verschiedenen Veröffentlichungen dargelegt worden, besonders in dem ausführlichen Artikel von G. Joos in der Zeitschrift für angewandte Physik [Bd. 3, S. 81 (1951)]. Kaum eingegangen ist dabei auf die vielen großen Auszeichnungen, die ZENNECK zuteil wurden. Das lag ganz in ZENNECKS Sinn, der auf solche Dinge nie Wert legte. Trug er doch auch bei offiziellen Festlichkeiten der Hochschule und der Akademie der Wissenschaften nie einen Orden, ja nicht einmal ein Ordensabzeichen im Knopfloch. Jetzt aber ist es wohl an der Zeit, auch auf diese Äußerlichkeiten als Zeichen der ungemein großen Anerkennung hinzuweisen, die ZENNECK zuteil wurde. Eine solche war es, und nicht nur eine äußere, als die Hochschule ZENNECK 1925 bis 1927 zu ihrem Rektor wählte. Die Technische Hochschule Dresden verlieh ihm den Dr.-Ing. E. h., die Technischen Hochschulen Stuttgart und Karlsruhe und auch sein Geburtsort Ruppertshofen ernannten ihn zu ihrem Ehrenbürger. Er war Ehrenmitglied und Ehrenpräsident des Deutschen Museums, Ehrenmitglied des Verbandes Deutscher Physikalischer Gesellschaften und des VDE, Inhaber der Ehrenmedaille des Institute of Radio-Engineers, der Goethe-Medaille, der Gauß-Weber-Gedenkmünze der Göttinger Universität, der Grashof-Gedenkmünze des VDI, der goldenen Ehrenmünze der Stadt München, des

Großkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik, des goldenen Ringes des Deutschen Museums und — wie schon oben betont — des Siemens-Ringes.

So viele Auszeichnungen werden wohl nur dem zuteil, der nicht nur in seinem Arbeitsgebiet durch hervorragende Leistungen als leuchtendes Beispiel vorangeht, sondern auch auf weite Kreise und nach vielen Seiten hin durch Wort und Tat erfolgreich wirkt. Bei ZENNECK aber kam noch hinzu seine mit großer Bescheidenheit verbundene unbeugsame Charakterfestigkeit, seine nie versagende Hilfsbereitschaft sowie sein schon einleitend erwähnter, durch seine nie verleugnete Mundart noch betonter schwäbischer Humor.

Wer aber ZENNECK und seiner Familie nähertreten konnte, der weiß auch, wie sehr er an Frau, Kindern und Enkelkindern hing. Das zeigte sich besonders auch, als sein zweiter Sohn, der ihm in vielem ähnelte, im zweiten Weltkrieg fiel. Schwer traf ihn dieser Schlag und schwer nur überwand er ihn. — Den lieben, geraden Menschen ZENNECK werden seine Familienangehörigen und seine Freunde ebensowenig vergessen wie die Fachgenossen den Wissenschaftler ZENNECK.

Zur Entwicklung des Stabilitätsbegriffes in der Mechanik*).

Von K. MAGNUS, Stuttgart

1. Einführendes

Wir stehen in der Wissenschaft häufig vor der Aufgabe, zur präzisen Formulierung von Gedankengängen oder zur Beschreibung von Erscheinungen in der uns umgebenden Welt neue Begriffe zu schaffen und ihren Inhalt, ihre Bedeutung genau zu umreißen. Den interessanten Prozeß der Begriffsbildung einmal an einem Beispiel zu verfolgen, soll Aufgabe der vorliegenden Bemerkungen sein. Es soll dazu der Begriff der Stabilität ausgewählt werden, der sich in vielfältigen Varianten nicht nur durch alle Bereiche unseres technischen Wissens zieht, sondern der auch in unser alltägliches Leben eingedrungen ist.

Natürlich kann es sich bei dieser kurzen Übersicht nur darum handeln, durch einige Schlaglichter den Gang der Entwicklung in Umrissen erkennbar werden zu lassen und eine gewisse Vorstellung von dem heutigen Stabilitätsbegriff der Mechanik zu geben. Gerade auf diesem Gebiet nämlich läßt sich die Entwicklung am besten verfolgen. Das mag einerseits in der eigenartigen Zwischenstellung begründet sein, die die Mechanik — selbst ein Teil der Physik, aber der Mathematik eng verschwistert — im System der sog. exakten Wissenschaften einnimmt; andererseits ist die Geschichte der Physik zum größten Teil einfach die Geschichte der Mechanik, und es stehen uns hier ausgezeichnete historische Arbeiten zur Verfügung, auf die im vorliegenden Fall zurückgegriffen werden konnte[1]).

2. Die Vieldeutigkeit des Stabilitätsbegriffes

Was verstehen wir unter Stabilität? Diese Frage kann in sehr verschiedener Weise beantwortet werden. So wird uns der Währungsfachmann sagen, daß Stabilität gleichbedeutend mit der Erhaltung der Kaufkraft oder auch der Unveränderlichkeit eines Umrechnungskurses sei. Stabilität eines politischen Systems oder einer Regierungsform wiederum deckt sich begrifflich weitgehend mit „Kontinuität" oder „Stetigkeit". Die viel berufene Stabilität der Wirtschaft könnte vereinfachend als ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage definiert werden. Sie beinhaltet jedoch noch etwas anderes, für unsere Betrachtungen sehr Wesentliches: es soll nämlich zum Ausdruck gebracht werden, daß geringfügige Störungen des wirtschaftlichen Lebens das vorhandene Gleichgewicht nicht beseitigen, sondern höchstens ein wenig verschieben dürfen. Also soll trotz gewisser quantitativer Veränderungen qualitativ alles bleiben wie zuvor. Wir werden sehen, daß eine solche Auffassung des Stabilitätsbegriffes den Vorstellungen der Physik schon außerordentlich nahekommt.

Es ließen sich zahlreiche weitere Beispiele anführen, aus denen zu ersehen ist, daß sich Stabilität auch durch die Ausdrücke „Haltbarkeit", „Standfestigkeit" oder „Starrheit" umschreiben läßt — Ausdrücke also, in denen der Faktor Zeit keine Rolle spielt. Sagt man dagegen „Beständigkeit" oder „Dauerhaftigkeit" — was ebensogut möglich ist —, so ist dabei der Zeitbegriff maßgebend beteiligt. Schließlich wechselt die Bedeutung sogar bis zu den kaum sicher abzugrenzenden Begriffen wie „Standhaftigkeit", „Unerschütterlichkeit" und „Zuverlässigkeit".

Selbst in Naturwissenschaft oder Technik herrscht hier keine Eindeutigkeit, denn sowohl nach Fachgebieten als auch nach Ländern schwankt die Deutung des Wortes „Stabilität" beträchtlich. Der Elektriker meint manchmal einfach „Konstanz", wenn er von Stabilität spricht, und neuerdings hat sich der Mathematiker einen eigenen Stabilitätsbegriff geschaffen, um das Verhalten gewisser Methoden zur Auflösung von Gleichungen zu kennzeichnen. Schließlich wird — ausgehend von den Enzyklopädisten DIDEROT und D'ALEMBERT — im französischen Schrifttum vielfach „Unbeweglichkeit" durch „stabilité" umschrieben.

Je mehr Wissensgebiete wir durchstreifen, um so mehr scheint der Stabilitätsbegriff in seiner chamäleonhaft schillernden Vieldeutigkeit jedem Versuch einer Fixierung zu trotzen. Fragen wir daher lieber, welche Konzeptionen im technisch-physikalischen Bereich heute üblich sind.

In den Schulphysikbüchern — wie übrigens auch im Brockhaus — finden sich da meist Erklärungen der Art, Stabilität sei die Arbeit, die zum Umwerfen eines festen Körpers erforderlich ist. Natürlich reichen

*) Überarbeitete Fassung einer Rede, die zur Akademischen Feier der Technischen Hochschule Stuttgart aus Anlaß des 70. Geburtstages von Herrn Professor Dr. Dr. h.c. RICHARD GRAMMEL gehalten wurde.

[1]) Es seien hier vor allem die folgenden drei Bücher genannt: 1. E. MACH: Die Mechanik in ihrer Entwicklung, 1. Aufl. Leipzig: F.A. Brockhaus 1883. 2. N.D. MOISSEJEV: Übersicht über die Entwicklung der Stabilitätstheorie. (Russisch.) Moskau: Staatlicher Verlag für technisches und theoretisches Schrifttum 1949. 3. E.I. DIJKSTERHUIS: Die Mechanisierung des Weltbildes. (Übersetzung aus dem Holländischen.) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956.

derartige Definitionen für uns heute nicht mehr aus. Wir verstehen vielmehr unter Stabilität heute nicht irgendeine Zustandsgröße, wie etwa Arbeit, Kraft, Winkel oder Geschwindigkeit, sondern eine ihrer Natur nach dimensionslose, spezifische Eigenschaft physikalischer Systeme, die sich auf bestimmte Zustände des Gleichgewichtes oder der Bewegung bezieht. Stabilität kann als adäquate Ergänzung zu den Begriffen Gleichgewicht oder Bewegung dort aufgefaßt werden, wo diese Begriffe allein nicht mehr zu einer hinreichenden Kennzeichnung des Verhaltens eines Systems ausreichen. Stets bezieht sich die Stabilität auf zwei verschiedene Zustände, von denen der eine als der stationäre, der andere als der gestörte bezeichnet wird.

Unterscheidet sich — ähnlich wie bei dem genannten Beispiel der Wirtschaft — der gestörte Zustand nur wenig von dem stationären, so nennen wir den stationären Grundzustand stabil — anders ausgedrückt: ein Zustand wird stabil genannt, wenn eine Störung nur zu einer quantitativen, aber nicht zu einer qualitativen Änderung des Verhaltens führt.

Konkrete Beispiele hierzu sollen etwas später betrachtet werden, jedoch sei ausdrücklich betont, daß sich die genannte Definition nicht im landläufigen Sinne nur auf Gleichgewichtslagen anwenden läßt, sondern gerade auch auf stationäre Bewegungen, wie beispielsweise auf Planetenbewegungen, auf die Schwingungen eines Pendels oder die Bewegungen einer Kraftmaschine.

Weshalb aber interessieren die gestörten Zustände überhaupt? Der Ingenieur muß bei jeder Berechnung seiner Konstruktionen notwendigerweise prüfen, ob der von ihm ausgerechnete stationäre Zustand auch noch gewissen Störungen gegenüber standhält, ob er also stabil ist. In der Statik sind derartige Überlegungen selbstverständlich. Niemand wird auf den Gedanken kommen, die theoretisch vorhandene, aber praktisch nicht zu realisierende Gleichgewichtslage eines senkrecht auf seiner Spitze stehenden Bleistiftes als Grundlage für die Konstruktion z. B. eines schlanken Turmes zu wählen, da dieser Gleichgewichtszustand erfahrungsgemäß keinerlei Störungen verträgt, also instabil ist. Bei bewegten Körpern sind die Dinge nicht so leicht übersehbar. Man denke hier nur an die ersten Flugzeuge, die sehr wohl mit dem auf der Spitze stehenden Bleistift verglichen werden können. Die Piloten dieser Flugapparate standen vor der schwierigen Aufgabe, ihre Geräte durch die Luft zu balancieren, ähnlich wie der Jongleur seinen Stab auf dem Zeigefinger.

3. Methoden der Stabilitätsuntersuchung und ihre historische Entwicklung

Mit den beiden Aspekten des Stabilitätsbegriffes, der Stabilität einer Gleichgewichtslage und der Stabilität eines Bewegungszustandes darf nun nicht die Methode verwechselt werden, derer man sich bedient, diese Stabilität festzustellen. Seit dem ersten Auftauchen von Stabilitätsproblemen lassen sich hier vor allem zwei Wege unterscheiden. Bei dem einen, den man als den kinematischen bezeichnen kann, wird die Bewegung untersucht, die nach einer Störung des Gleichgewichtes entsteht. Bei dem anderen dagegen, der geometrisch genannt werden mag, wird aus der rein geometrischen Situation, die sich nach einer Verschiebung des Systems aus der Gleichgewichtslage ergibt, auf Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Stabilität geschlossen. Beide Verfahren werden seit den Zeiten der griechischen Antike bis etwa zum Ende des siebzehnten Jahrhunderts nebeneinander verwendet, und erst im Rahmen der sich mächtig entwickelnden analytischen Mechanik findet eine Art Verschmelzung statt.

3.1. Die kinematische Methode

Verfolgen wir nun den Gang der Entwicklung, so wird man behaupten können, daß die kinematische Methode ihren Ausgang von ARISTOTELES nimmt. ARISTOTELES und seine Schüler beschäftigten sich sehr ausführlich mit dem Problem der Waage und wurden bei der Untersuchung der Gleichgewichtslage des Waagebalkens ganz natürlich auch zum Stabilitätsbegriff geführt, der freilich noch wortreich umschrieben und von metaphysischen Betrachtungen überdeckt wird. Es werden dabei die Bewegungen untersucht, die nach einer Störung des Waagebalkens aus der Gleichgewichtslage entstehen, und ARISTOTELES bezeichnet dieses Vorgehen als das einzig brauchbare zur Untersuchung von Gleichgewichtszuständen. Die Gleichgewichtslage kann durch zwei Arten von Kräften gestört werden: einerseits durch Kräfte, die keine Verschiebungen hervorrufen, und andererseits durch Kräfte, bei deren Einwirkung die Gleichgewichtslage verlassen wird. Diese Unterscheidung beruht auf der Feststellung, daß ein auf rauher Unterlage liegender Körper durch seitlich angreifende Kräfte nur dann aus seiner Lage gebracht wird, wenn der Betrag der Kräfte eine bestimmte Mindestgröße überschreitet, die ausreicht, die vorhandenen Reibungen zu überwinden. Diese — wie wir sagen können — „Stabilität im Sinne von ARISTOTELES" scheint sich bis GALILEI (1638) gehalten zu haben, denn erst diesem gelingt die Einführung von sog. glatten oder reibungsfreien Körpern, eine Abstraktion, der wir zwar wesentliche Erkenntnisse in der Dynamik verdanken, die aber in gewissem Sinne doch als ein Schritt fort von der Wirklichkeit gewertet werden muß. Vielleicht ist es gerecht, die Leistungen des ARISTOTELES und seiner Schüler auf dem Gebiet der Stabilitätslehre einmal deutlich hervorzuheben, um der ziemlich allgemeinen Verdammung aristotelischer Anschauungen durch die modernen Physiker etwas entgegenzuwirken. So hat der Atomphysiker MARCH diese Haltung vor kurzem wie folgt formuliert[1]):

„Es besteht für die Naturwissenschaftler kein Grund, in die Verehrung einzustimmen, die Aristoteles sonst genießt. Er hat durch seine Ablehnung des Atomismus den Fortschritt auf zwei Jahrtausende aufgehalten."

Bezüglich der Stabilitätstheorie könnte man vielleicht sogar den Spieß umdrehen und behaupten, daß der Fortschritt aufgehalten sei, weil man seit GALILEI den aristotelischen Stabilitätsbegriff praktisch vergaß, bis die technischen Notwendigkeiten im neunzehnten Jahrhundert seine natürlich modifizierte Auferstehung erzwangen.

Einen Niederschlag haben die antiken Lehren unter anderem in dem großen Lehrgedicht „De rerum natura" des römischen Dichters LUKREZ gefunden. Obwohl sich LUKREZ bezüglich der Atomlehre an die

[1]) MARCH, ARTHUR: Das neue Denken der modernen Physik, Kap. I. Hamburg: Rowohlt-Enzyklopädie 1957.

von ARISTOTELES heftig bekämpften Atomisten DEMOKRIT und EPIKUR anlehnt, übernimmt er die Ansichten vom Gleichgewicht und seiner Stabilität von ARISTOTELES. Hier nun findet man vielleicht zum ersten Mal in der uns überlieferten Literatur das Wort „stabilitas". LUKREZ erklärt das Verharren schwerer Körper auf ihrer Unterlage und schreibt[1]):

„Steine und Saatkörner bleiben auch bei Wind liegen, die Beweglichkeit wird größer bei leichten und glatten Körpern, und umgekehrt haben schwerere und rauhere Körper eine größere Stabilität."

Wenn wir die zahlreichen Nachbeter und Kommentatoren der aristotelischen Lehre im Mittelalter überspringen, dann muß als der nächste bemerkenswerte Vertreter der kinematischen Methode der vielseitige LEONARDO DA VINCI genannt werden. Er untersucht die Auswirkungen von — wie er sich ausdrückt — Schwere und Kraft an einem im Gleichgewicht befindlichen Pendel, so daß man glaubt, aus der dichterischen Sprache unsere heutige Auffassung vom ständigen Wechseln der Energie aus der potentiellen in die kinetische Form und umgekehrt heraushören zu können. LEONARDO schreibt:

„Schwere und Kraft liegen im Kampf miteinander. Die Schwere besiegt die Kraft, und umgekehrt besiegt die Kraft die Schwere. Schwere kann man ohne Kraft erkennen, aber Kräfte nicht ohne Schwere. Schwere strebt zur Gleichgewichtslage und Ruhe, Kraft flieht sie. Schwere ist unermüdlich, Kraft aber kann ermüden. Wenn eines gewinnt, stirbt das andere. Schwere strebt nach Stabilität und dauerndem Verweilen, Kraft jedoch strebt nach Bewegung."

Nach LEONARDO bahnt sich eine bemerkenswerte Entwicklung an, die mit den Namen GALILEI, ROBERVAL und schließlich DESCARTES verknüpft ist. An Stelle der bisher stets als endlich groß gedachten störenden Verschiebungen aus der Gleichgewichtslage macht man sich nun Gedanken darüber, daß diese Verschiebungen auch beliebig klein sein dürfen. Uns, im analytischen Denken Erzogenen scheint das selbstverständlich; im siebzehnten Jahrhundert jedoch war dieser Durchbruch zur Epoche des unendlich Kleinen, zur infinitesimalen Betrachtungs- und Berechnungsweise eine Denkleistung, deren gewaltige Auswirkungen wir wohl erst jetzt ganz überblicken können.

3.2. Die geometrische Methode

Doch nun einige Bemerkungen zur geometrischen Methode. War für die kinematische Methode der Begriff der Bewegung wesentlich, so ist es bei der geometrischen der Begriff des Schwerpunktes, um den sich mit Vorliebe die Untersuchungen der voranalytischen Mechaniker gruppieren. Hier muß als einer der frühesten ARCHIMEDES genannt werden, der in seinen Schriften über den Hebel und die Waage, aber auch bei den Untersuchungen über schwimmende Körper stets aus der geometrischen Lage des Schwerpunkts auf die Sicherheit einer Gleichgewichtslage schließt. Wenn er auch nur stabile Gleichgewichtslagen beschreibt, so darf man doch annehmen, daß ihm auch der Begriff des indifferenten Gleichgewichtes schon bekannt war. In völliger Klarheit wird das allerdings erst später bei PAPPUS aus Alexandria zum Ausdruck gebracht. Dieser schreibt[1]):

„Wir sagen, daß der Schwerpunkt jedes Körpers ein bestimmter Punkt ist, der im Innern des Körpers liegt und die Eigenschaft hat, daß, wenn der Körper in diesem Punkt aufgehängt wird, dieser in Ruhe bleibt."

Anderthalb Jahrtausende später drückt LEONARDO diese Erkenntnis so aus, daß er eine im Mittelpunkt aufgehängte Hantel mit zwei gleich großen Gewichten A und B aufzeichnet und dazu vermerkt:

„Diese Gewichte A und B geben Stabilität in jeder Lage."

Das einfache und uns so vertraute Kriterium für die Stabilität einer Gleichgewichtslage, nach dem der Schwerpunkt jeweils seine tiefste Lage einnimmt, scheint zuerst von TORRICELLI angegeben worden zu sein. Auch findet man erst bei TORRICELLI instabile Gleichgewichtslagen beschrieben, während vorher offensichtlich derartige Lagen gar nicht als Gleichgewichtslagen anerkannt wurden.

Wie verschwommen die Vorstellungen der voranalytischen Physiker gelegentlich waren und wie kritiklos sie das aus der Antike übernommene Gedankengut weitergaben, offensichtlich ohne je den Wunsch nach einer experimentellen Prüfung der Behauptungen verspürt zu haben, zeigt eine Arbeit von BERNARDINI BALDI aus dem Anfang des siebzehnten Jahrhunderts. BALDI schlägt dort als Maß für die statische Stabilität eines Körpers das Produkt aus Schwerpunktshöhe und Gewicht vor — mit der zunächst einleuchtenden Begründung, daß ja von zwei geometrisch gleichartig aufgebauten Säulen die leichtere einfacher umzuwerfen sei. Offenbar hat er nicht einmal in Gedanken sein Stabilitätsmaß auf Säulen verschiedener Höhe angewendet, sonst hätte er die Unzweckmäßigkeit seiner Definition erkennen müssen.

Ohne auf weitere Einzelheiten einzugehen, sei hier nur noch erwähnt, daß die geometrische Methode im Zeitalter der Analysis schließlich in Sätze von LAGRANGE einmündet, der nun nicht mehr die Lage des Schwerpunktes, sondern den Verlauf einer Kräftefunktion untersucht. Besitzt diese Kräftefunktion ein wirkliches Maximum, so liegt eine stabile Gleichgewichtslage vor.

3.3. Die Stabilität von Bewegungen und Bahnkurven

Wenn es sich nun nicht um die Untersuchung der Stabilität einer Gleichgewichtslage, sondern um die einer stationären Bewegung handelt, so kommt nur eine kinematische Untersuchungsmethode in Frage. Und obwohl diese Methode im Prinzip wenigstens seit ARISTOTELES zur Verfügung stand, wissen die Historiker über diese Dinge nur wenig zu berichten. Es scheint, daß das Bedürfnis zur Einführung eines auf Bewegungszustände erweiterten Stabilitätsbegriffes erst in der analytischen Epoche auftauchte. Dennoch lassen sich schon vorher gewisse Ansätze finden. Wenn man will, könnte man sogar die Atomisten DEMOKRIT und EPIKUR als Kronzeugen anrufen, da sie sich ausführlich über die von ihren Atomen durchlaufenen Bahnen auslassen und zu ergründen versuchen, ob diese Bahnen stets dieselbe Gestalt haben.

[1]) TITUS LUCRETIUS CARUS: „De rerum natura", Buch 3.

[1]) Pappus d'Alexandrie, Oeuvre traduite pour la première fois du grec en français par P. VER EICKE. 1933.

Sichere Kunde von Untersuchungen einer Bahnstabilität besitzen wir allerdings erst aus dem beginnenden sechzehnten Jahrhundert, wo es wieder der geniale LEONARDO ist, der die Stabilität von Geschoßbahnen untersucht und den Einfluß von kleinen Störungen beim Abschuß des Geschoßes auf die Flugbahn erforscht. Freilich muß man beachten, daß hier ein grundsätzlicher und für die mathematische Untersuchung sogar entscheidend wichtiger Unterschied gegenüber den Problemen vorliegt, die später von den Astronomen und dann auch von den Technikern auf Bewegungsstabilität untersucht wurden. Die Flugbahn eines Geschoßes wird ja in einer endlichen Zeit durchlaufen, und es interessieren nur die Abweichungen während dieses begrenzten Zeitintervalles. In der Astronomie wird aber die Frage nach der Stabilität z.B. der Planetenbahnen so erweitert, daß nach den Bedingungen gefragt wird, unter denen die Abweichungen der Bahnen auch nach unbegrenzt langer Zeit klein bleiben. Um es mathematisch auszudrücken: es wird Stabilität in einem offenen Zeitintervall gefordert. Dieses Erforschen des Verhaltens eines Systems nach beliebig langer Zeit dient nun nicht etwa nur der Befriedigung unserer Neugier. Es hat vielmehr sehr reale Bedeutung für den Fall, daß sehr schnelle Vorgänge, also z.B. Vorgänge in atomaren Dimensionen, untersucht werden. Hier nämlich schrumpfen die der Beschreibung solcher Vorgänge angemessenen Zeitmaßstäbe so zusammen, daß unsere makroskopischen Zeiteinheiten im atomaren Bereich bereits einer „Unendlichkeit" nahe kommen.

Es soll nun der Begriff der Stabilität eines Bewegungsvorganges noch an einem recht geeigneten Beispiel erklärt werden, nämlich an den Bahnen einer senkrecht in die Luft geschossenen Rakete. Sie steigt normalerweise wie ein geworfener Stein bis zu einem Kulminationspunkt auf, um dann wieder herabzufallen. Diese Bahn ist stabil in dem Sinne, daß geringe Veränderung der Abschußbedingungen keine qualitative Änderung im Aussehen der Bahn nach sich ziehen. Das gilt jedoch nur für Anfangsgeschwindigkeiten, die merklich kleiner als die sog. Fluchtgeschwindigkeit[1]) von 11,3 km/s sind. Raketen mit höherer als dieser kritischen Anfangsgeschwindigkeit entfliehen dem Schwerefeld der Erde und entfernen sich ständig weiter von ihr. Man muß nun Raketen, die mit Geschwindigkeiten in der Nähe der kritischen abgeschossen werden, als instabil bezüglich der Bahn bezeichnen. Die „Anfangsgeschwindigkeiten", d.h. die nach dem Ausbrennen der Treibstoffe erreichten Maximalgeschwindigkeiten der bisher abgeschossenen drei Mondraketen unterschieden sich nur um sehr geringe Beträge. Dennoch waren die durchlaufenen Bahnen völlig verschieden, also nicht nur quantitativ, sondern qualitativ verändert.

Die Bahnstabilität ist aber ein Begriff, der von dem verwendeten Bezugssystem abhängt. Wenn Raketen im kritischen Geschwindigkeitsbereich als bahninstabil bezeichnet werden, so gilt das für einen Beobachter auf der Erde. Wie aber liegen die Dinge für einen Beobachter, der sich das Raketenschießen von der Sonne aus ansieht oder für einen Astronomen, der gewohnt ist, in den Abmessungen des Sonnensystems zu denken? Die Mondraketen bewegten sich vor dem Start zusammen mit der Erde auf einer fast kreisförmigen Bahn um die Sonne. Ihr Start bewirkte im Grunde nur eine kleine Störung dieser Bahn, die bei der ersten amerikanischen Rakete nach kurzer Zeit, nämlich nach dem Zurückfallen der Rakete auf die Erde, wieder vollkommen beseitigt wurde. Die Trümmer der Rakete flogen nach dem Aufschlag und fliegen heute noch mit der Erde auf der stationären Bahn um die Sonne. Bei der russischen und der zweiten amerikanischen Mondrakete ist die Störung der Bahn zwar etwas größer gewesen, aber verglichen mit den Dimensionen unseres Sonnensystems doch noch als herzlich klein anzusprechen, so daß die relativ zur Sonne durchlaufene Bahn der Rakete sich nur unwesentlich von der stationären Bahn der Erde unterscheidet. Wir könnten deshalb hier durchaus von einer Bahnstabilität relativ zur Sonne sprechen.

Richtet man aber seine Aufmerksamkeit nicht nur auf die Form der durchlaufenen Bahn, sondern auf den Abstand der Raketen von der Erde, dann muß die Rakete, die wieder auf die Erde zurückfiel, also stets in ihrer „Nachbarschaft" blieb, als stabil bezeichnet werden, während die beiden anderen Raketen, die das Schwerefeld der Erde verließen, als abstandsinstabil — relativ zur Erde — angesehen werden müssen.

4. Der Stabilitätsbegriff in der Astronomie

Das genannte Beispiel macht die Schwierigkeiten deutlich, die sich erstens aus den verschiedenen Bezugssystemen und zweitens aus den verschiedenen Stabilitätsdefinitionen ergeben. Gerade am Beispiel der Planetenbewegungen sind so viele Formulierungen des Stabilitätsbegriffes entstanden, daß der Astronom WINTNER resignierend feststellt[1]):

„Es gibt ungefähr ein Dutzend verschiedener Definitionen der Stabilität, die alle sehr nützlich sind, die aber im Grunde wenig oder gar nichts miteinander zu tun haben."

Tatsächlich ist die Streubreite der verschiedenen Definitionen gewaltig. LAGRANGE bezeichnet einen Planeten bereits als bahnstabil, wenn die große Achse seiner Bahnellipse beschränkt bleibt, also der Planet nicht in die Unendlichkeit abwandern kann. POISSON dagegen verlangt von einem stabilen Planeten, daß er jedem Punkt seiner Bahn im weiteren Verlauf der Bewegung wieder beliebig nahe kommt. Nach LAPLACE liegt ein wesentliches Kriterium für die Stabilität des Planetensystems darin, daß kein Zusammenstoß zweier Planeten untereinander oder eines Planeten mit der Sonne stattfindet. LJAPUNOW schließlich faßt den Begriff der Stabilität so eng, daß nach ihm keine der bekannt gewordenen Lösungen des sog. eingeschränkten Dreikörperproblems, also z.B. der Bewegung eines künstlichen Satelliten im Schwerefeld zwischen Erde und Mond, als stabil bezeichnet werden könnte.

5. Die Stabilität terrestrischer Bewegungen

Dennoch haben die Ergebnisse der Astronomie entscheidende Anregungen für die Stabilitätstheorie

[1]) Als Fluchtgeschwindigkeit bezeichnet man die Geschwindigkeit, die einem Körper erteilt werden muß, damit er die Anziehungskräfte der Erde überwinden kann, also nicht wieder auf die Erde zurückfällt. Für einen von der Erdoberfläche fortgeschossenen Körper beträgt diese Geschwindigkeit bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes 11,3 km/s. Für Mehrstufenraketen, die erst in sehr großer Höhe ihre maximale Geschwindigkeit erreichen, ist der Betrag der Fluchtgeschwindigkeit etwas kleiner.

[1]) WINTNER, AUREL: The analytical foundations of celestial mechanics, § 131. Princeton: Princeton University Press 1947.

gebracht. Um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts gewann nämlich der Begriff der Stabilität der Bewegung auch für technische Probleme Bedeutung. Die Dampfmaschine war erfunden und mit ihr auch der Regler, der für einen gleichmäßigen Gang sorgen sollte. Es stellte sich dabei heraus, daß das Arbeiten der geregelten Maschine — wir würden heute sagen des Regelkreises — unter bestimmten Betriebsbedingungen nicht stabil war. Hier Abhilfe zu schaffen, war von beträchtlicher ökonomischer Bedeutung. Aber das theoretische Handwerkszeug zur Berechnung des Bewegungsverhaltens war noch nicht vorhanden, denn mit den Erkenntnissen der Astronomen ließ sich direkt nicht viel anfangen. Bei den astronomischen Bewegungen fehlten vor allem jene lästigen Störungen, die man in der terrestrischen Mechanik unter dem Sammelbegriff Reibung zusammenfaßt, um damit gewissermaßen einen Schuldigen für alle jene Fälle in der Hand zu haben, in denen sich die Wirklichkeit wieder einmal nicht nach den theoretischen Berechnungen richtete. Von Reibungen hatte zwar schon ARISTOTELES gesprochen, aber genauere Untersuchungen über ihren Einfluß auf das Bewegungsverhalten kamen erst in Gang, nachdem GAUSS im Jahre 1837 die Schwingungen einer Magnetnadel und die dabei auftretende Dämpfung untersucht hatte. Jedenfalls kann bei den Klassikern der Mechanik, z. B. EULER, LAGRANGE und D'ALEMBERT, von einer systematischen Berücksichtigung der Reibungserscheinungen noch keine Rede sein. Das scheint vielmehr erst in dem Werk „Treatise on Natural Philosophy" von THOMSON und TAIT (1867) geschehen zu sein und wurde anschließend von ROUTH weiter entwickelt und zu einer gewissen Vollendung gebracht in der sog. „Methode der kleinen Schwingungen".

Das Ziel von ROUTH war allerdings zunächst erheblich weiter gesteckt. Er wollte die eleganten Energiekriterien für die Stabilität einer Gleichgewichtslage auf Bewegungszustände erweitern. Aber diese Aufgabe erwies sich wegen der Anwesenheit energieverzehrender Reibungskräfte als so schwierig, daß er in eine Näherungsmethode auswich. Eine mathematisch befriedigende Lösung fand das Problem erst durch LJAPUNOW gegen Ende des vorigen Jahrhunderts. Aber da wiederum mußten die Techniker Bedenken anmelden, die bis heute nicht verstummt sind. Wie schon in der Astronomie, so erwies sich die Ljapunowsche Theorie auch in der Technik als so schwerfällig, daß sie nur in sehr einfach gelagerten Fällen verwendet werden konnte. Jedoch aufbauend auf den Untersuchungen von ROUTH einerseits und LJAPUNOW andererseits hat sich in den letzten Jahrzehnten eine Stabilitätstheorie entwickelt, die man als eine Theorie der technischen Stabilität bezeichnen könnte. Sie enthält Merkmale des Stabilitätsbegriffes von ARISTOTELES, nahm Anleihen bei den Astronomen und den Klassikern der analytischen Mechanik auf und vereinigte sie mit der universellen Näherungsmethode der kleinen Schwingungen zu einer vielseitigen Theorie, deren Erkenntnisse in unserer modernen Technik nicht mehr zu entbehren sind.

6. Erweiterungen des Stabilitätsbegriffes

Es wurden neue Begriffe notwendig, da sich herausstellte, daß die historisch gewachsenen Begriffe nicht immer ausreichten, das Verhalten eines Systems präzise genug zu beschreiben. Wir unterscheiden heute eine „Stabilität im Kleinen" von einer „Stabilität im Großen". Es wurde ferner der für moderne Regelprobleme wichtige Begriff der „Strukturstabilität" eingeführt, der eine Auskunft darüber gibt, wie die Struktur eines Systems beschaffen sein muß, damit es überhaupt durch geeignete Einstellung der Regler stabilisiert werden kann. Schließlich mußten neue Begriffe für das Verhalten eines Systems in der unmittelbaren Umgebung der Stabilitätsgrenze geschaffen werden. Man verwendet hier die Ausdrücke „Gefährlichkeit" und „Ungefährlichkeit", die sich zur Stabilität etwa so verhalten wie Stabilität selbst wieder zum Begriff des Gleichgewichtes; denn wie die Stabilität erst erkannt wird, wenn das Gleichgewicht gestört ist, so kann auch die Gefährlichkeit erst zum Tragen kommen, wenn der Bereich der Stabilität verlassen wird.

Schließlich sei noch eine letzte, moderne Variante des Stabilitätsbegriffes erwähnt, die sog. „statistische Stabilität". Man denke beispielsweise an ein elektrisches Stromversorgungsnetz, das ganze Länder mit Energie versorgt. Das Netz werde eingespeist durch irgendwelche Wasser- oder Dampfkraftwerke und bilde ein vielfach vermaschtes, kompliziert geregeltes System, von dem die Verbraucher ein stabiles Arbeiten erwarten. Stabilität muß jedoch jetzt so verstanden werden, daß die durch das mehr oder weniger regellose An- und Abschalten der Verbraucher, durch Änderungen des Wasserstandes beim Wasserkraftwerk oder durch Schwankungen des Heizwertes beim Dampfkraftwerk verursachten Störungen nicht zu qualitativen Änderungen des Betriebszustandes führen. In diesem Sinne spricht man dann von statistischer Stabilität.

Natürlich sind wir stolz auf die Fülle neuartiger Begriffe, mit denen wir die Natur wie mit immer neuen Zügeln in der Hand zu haben glauben. Und doch setzt uns der Blick in die Vergangenheit immer wieder einen Dämpfer auf und macht uns bescheiden; denn „alles ist schon einmal dagewesen". So auch der Begriff der statistischen Stabilität, den wir in der Antike bei PTOLEMÄUS finden. Gerade diese Tatsache soll hier nicht verschwiegen werden, weil dadurch wieder eine Brücke über die Jahrtausende von der antiken Kosmogonie zur modernen Physik geschlagen wird. PTOLEMÄUS stand bei der Begründung des nach ihm benannten geozentrischen Weltsystems nicht nur vor der Notwendigkeit, die recht wilden Bewegungen der Planeten durch immer mehr in- und übereinander geschachtelte Kreisbewegungen plausibel zu machen, sondern er mußte auch eine Erklärung dafür finden, weshalb denn die Erde im Mittelpunkt der Welt bewegungslos verharrt. All die zahlreichen Störungen, die durch Erdbeben, Vulkanausbrüche, durch Meteorfall, durch Stürme, ja schließlich auch durch die ungezählten kleinen Stöße, die bei jedem Schritt eines Menschen oder eines Tieres auf die Erdkugel ausgeübt werden, müßten ja letztlich dazu führen, daß sich die Erde in Bewegung setzt und also vom Mittelpunkt der Welt entfernt. Die Antwort des PTOLEMÄUS könnte die eines modernen, im statistischen Denken erzogenen Physikers sein. Er sagt dem Sinne nach: Jawohl, diese Störungen sind vorhanden, und jede einzelne könnte tatsächlich die Erde um ein winziges in Bewegung versetzen. Aber alle Störungen zu-

sammengenommen heben sich in ihrer Wirkung gegenseitig auf, da die Stöße von verschiedener Stärke sind und aus verschiedenen Richtungen erfolgen.

Es sei — bevor diese kurze Studie abgeschlossen wird — gestattet, noch einen Gedanken auszusprechen, der meines Erachtens von Bedeutung ist angesichts der bis zum Überdruß gehörten, in Reden und Aufsätzen stets sich wiederholenden Klagen über das Aufsplittern unserer Wissenschaften in Spezialgebiete, über den Verlust des inneren Bandes, das das Gebäude der Wissenschaften zusammenhält und damit schließlich über die Aussichtslosigkeit, das Ganze noch sinnvoll übersehen zu können. Die zum Beweise solcher Behauptungen vorgebrachten Argumente sind sicher schwerwiegend, aber man vergißt darüber meist die Tatsache, daß mit der fortschreitenden Entwicklung auch die Querverbindungen zwischen den einzelnen Wissensgebieten deutlicher und ihre gegenseitigen Verflechtungen stärker werden. Derartige Querverbindungen entstehen aber nicht nur von der methodischen Seite — man denke hier nur an die verknüpfende Funktion der Regelungstechnik, deren Erkenntnisse man bereits in Biologie und Volkswirtschaft auszuwerten beginnt —, sondern ebensogut auch vom Begrifflichen her — wovon der hier besprochene Stabilitätsbegriff ein Beispiel geben mag. Gleich einem bindenden Faden zieht sich dieser Begriff durch technische und nichttechnische Bereiche und trägt so — dem Eingeweihten sichtbar — zum Zusammenhalt unseres Weltbildes bei.

Stuttgart, Institut für Technische Mechanik der Technischen Hochschule

Eingegangen am 20. April 1959

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Zu den Prinzipien minimaler Elektrodenspannung und extremaler Entropieproduktion. Richtigstellung

Die von mir aufgestellte Behauptung[1]) einer Übereinstimmung der Stromverteilung, die sich in einem isotropen, sonst aber beliebigen Leiter tatsächlich einstellt, mit derjenigen Stromverteilung, die den minimalen Widerstand ergibt, kann nicht aufrecht erhalten werden, da ihre Ableitung einen mathematischen Trugschluß enthält. Auch in dem a. a. O. sinnvoll eingeschränkten Variationsbereich gilt nicht in voller Allgemeinheit, daß ein rotationsfreies elektrisches Feld das Stromfeld mit geringstem Gesamtwiderstand liefert. Passend gewählte stromundurchlässige Schnitte können also unter Umständen den (Gleichstrom)-Widerstand eines Leiters vermindern; das gilt auch dann, wenn kein Teilbereich des Leiters Materialien mit fallender Strom-Spannungscharakteristik enthält[2]).

Jena, Institut für Magnetohydrodynamik der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

M. Steenbeck

Eingegangen am 4. September 1959

[1]) Steenbeck, M.: Naturwiss. **46**, 373 (1959). — [2]) Ausführliche Darstellung erscheint in der neuen Zeitschrift „Beiträge zur Plasma-Physik", Berlin.

Zum Verhalten einer Townsend-Entladung in einer ebenen Funkenstrecke an konstanter Spannung

Berücksichtigt man bei der Berechnung des Stromverlaufes in einer ebenen Plattenfunkenstrecke mit unendlich ausgedehnter Kathode (an der Stelle $x=0$) und Anode (an der Stelle $x=d$) außer der Ionisation der Elektronen im Gas (α-Ionisation) nur noch die Bildung von Elektronen an der Kathode, so kann man leicht die Stromdichte der Elektronen $s_-(x,t)$ und die der positiven Ionen $s_+(x,t)$ sowie die Gesamtstromdichte $s(t)$ als Funktionen der Elektronenstromdichte an der Kathode $s_-(0,t)$ schreiben. Die Hauptaufgabe der Rechnung besteht darin, das Verhalten von $s_-(0,t)$ aus der Randbedingung an der Kathode zu bestimmen. Läßt man dabei beliebige Anfangsbedingungen der Trägerstromdichten $s_-(x,0)$ und $s_+(x,0)$ zu, so werden die Ergebnisse[1]) aber — vor allem für größere Zeiten — derart unübersichtlich, daß sie kaum ausgewertet werden können. Man wird sich also im allgemeinen mit Näherungen begnügen müssen.

Eine sehr einfache Näherung[1]) hat die Form: $s_-(0,t) \approx A + Be^{\lambda t}$. Wird eine konstante Fremdstromdichte S_0 durch Einwirkung von außen verursacht und befreit die Entladung sowohl mit Hilfe von Photonen (δ-Effekt) als auch von positiven Ionen (γ-Effekt) Elektronen aus der Kathode, dann ist $A = S_0/[1-(\delta+\gamma)(e^{\alpha d}-1)]$ und λ die reelle Lösung der transzendenten Gl. $\delta\alpha d(e^{\alpha_1 d}-1)/\alpha_1 d + \gamma\alpha d(e^{\alpha_2 d}-1)/\alpha_2 d = 1$, mit $1/v = 1/v_- + 1/v_+$ (v_- = Elektronen-, v_+ = Ionengeschwindigkeit), $\alpha_1 = \alpha - \lambda/v_-$ und $\alpha_2 = \alpha - \lambda/v$. Die Größe B wird normalerweise so gewählt, daß der angenäherte Ausdruck in einem Punkt (etwa $t=0$) mit dem wahren übereinstimmt. Diese Art der Festlegung von B berücksichtigt nur in unzureichendem Maße die Anfangsbedingungen der Trägerstromdichten $s_-(x,0)$ und $s_+(x,0)$, die für die Entwicklung von $s_-(0,t)$ von ausschlaggebender Bedeutung sind. Verschiedene Ausgangsverteilungen der Trägerstromdichten können selbst dann stark voneinander abweichende Stromverläufe zur Folge haben, wenn die Elektronenstromdichten an der Kathode in irgendeinem Zeitpunkt gleich groß sind. Es werden daher vielfach erhebliche Fehler entstehen, so daß die Vorteile der Näherung stark eingeschränkt werden.

Diese Nachteile lassen sich umgehen, wenn man B den besonderen Wert B' gibt, der durch folgende Gleichung definiert wird:

$$B'(\delta\alpha d e^{\alpha_1 d} + \gamma\alpha d e^{\alpha_2 d} - 1)$$
$$= A - S_0 - A\frac{\alpha}{\lambda}\left[\delta v_-(e^{\alpha d} - e^{\alpha_1 d}) + \gamma v(e^{\alpha d} - e^{\alpha_2 d})\right] +$$
$$+ \int_0^d s_-(x,0)\left[\delta\alpha(e^{\alpha_1(d-x)}-1) + \frac{\gamma\alpha v/v_-}{e^{\lambda x/v_+}}(e^{\alpha_2(d-x)}-1)\right]dx +$$
$$+ \int_0^d s_+(x,0)\frac{\gamma\alpha_2 v/v_+}{e^{\lambda x/v_+}}dx.$$

Man kann nämlich zeigen, daß $s_-(0,t)$ dauernd um den Ausdruck $A + B'e^{\lambda t}$ pendelt, und zwar so, daß die größten Abweichungen mit wachsender Zeit immer kleiner werden, bis sie schließlich ganz verschwinden.

In dem Ausdruck für B' ist das Ergebnis enthalten, das bei einer andersartigen Behandlung des Problems unter den vereinfachenden Bedingungen δ oder $\gamma=0$ sowie $s_-(x,0)=0$ und $s_+(x,0)=0$ gewonnen wurde[2]).

Eine ausführliche Darstellung erscheint demnächst an anderer Stelle.

Rogowski-Institut für Elektrotechnik der Technischen Hochschule, Aachen (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Eugen Flegler)

Josef Büser

Eingegangen am 10. September 1959

[1]) Davidson, P.M.: Anhang einer Arbeit von Dutton, Haydon und Jones: Brit. J. Appl. Phys. **4**, 170 (1953). — [2]) Auer, P.L.: Physic. Rev. **111**, 671 (1958).

Zur Untersuchung dünner Eisenschichten mit Hilfe des Faraday-Effektes

Die Untersuchung dünner Eisenschichten mit Hilfe des Faraday-Effektes erfolgte nach drei verschiedenen Methoden, deren Informationen sich ergänzen.

Methode I: Magnetisierung normal zur Schichtebene im starken Feld eines Elektromagneten und Beobachtung durch die durchbohrten Polschuhe. Die Messung der Faraday-Drehung erfolgte sowohl nach der Halbschattenmethode[1]) (Drehwinkel α) als auch intensitätsmäßig mit Multiplier (Strom J). — *Methode II:* Magnetisierung tangential zur Schichtebene im homogenen Feld einer Luftspule und Lichteinfall unter 45° zur Schichtnormalen. Die Messung erfolgte

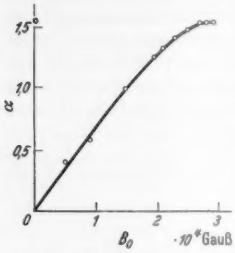


Fig. 1. Faraday-Drehung bei normaler Magnetisierung einer 250 Å dicken Eisenschicht (Methode *I*)

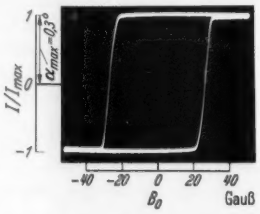


Fig. 2. Faraday-Drehung bei tangentialer Magnetisierung einer 250 Å dicken Eisenschicht (Methode *II*)

sowohl wie bei *I* als auch oszillographisch (50 Hz) nach einem von REIMER[2]) angegebenen Prinzip. Durch Vergrößerung des Signal-Rausch-Verhältnisses konnte die Meßgenauigkeit wesentlich erhöht werden. — *Methode III:* Magnetooptische Abbildung der Schicht. Magnetisierung und Lichteinfall wie bei *II* (FOWLER und FRYER[3])].

Die Eisenschichten wurden auf geheizten Glasträgern kondensiert[1]). Fig. 1 und 2 zeigen den Drehwinkel einer 250 Å dicken Schicht (Dickenbestimmung nach TOLANSKY) als Funktion der Kraftflußdichte B_0 des äußeren Feldes. Mit normaler Magnetisierung (*I*, Fig. 1) wurde bei 30000 Gauß ein Höchstwert des Drehwinkels von 1,54° erreicht. Bei tangentialer Magnetisierung (*II*, Fig. 2) derselben Schicht ergab

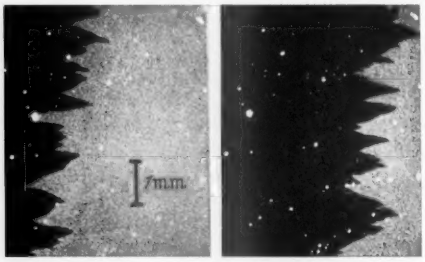


Fig. 3. Ausschnitt aus einer magnetooptischen Abbildung einer 250 Å dicken Eisenschicht (Methode *III*). Links $B_0 = 26$ Gauß; rechts $B_0 = 28$ Gauß

die Sättigungsdrehung jedoch nur einen Wert von 0,30°! Unter der Voraussetzung, daß die Eisenschicht vom Licht in Einfallsrichtung durchsetzt wird, müßte bei einem Einfallswinkel von 45° die Verringerung der Magnetisierungskomponente in Ausbreitungsrichtung des Lichtes durch die größere effektive Schichtdicke kompensiert und somit nach *I* und *II* der gleiche Sättigungsdrehwinkel erhalten werden. Für die beobachtete Abweichung sind wahrscheinlich Brechungseffekte verantwortlich zu machen, obwohl die Schichtdicke nur etwa $^1/_{20}$ der Wellenlänge beträgt. Diese Deutung konnte experimentell qualitativ bestätigt werden, da nach Einbringen der Schicht in Benzol (Küvettenbegrenzung senkrecht zur optischen Achse) der Drehwinkel bei Methode II um 40% anstieg.

Die in Fig. 2 gezeigte Hysteresekurve ist kein ideales Rechteck. Der Grund liegt nicht in Unvollkommenheiten der Meßanordnung, sondern darin, daß die Ummagnetisierung der Schicht in einem endlichen Intervall der äußeren Kraftflußdichte B_0 erfolgt. Dieses Resultat wird bestätigt durch die magnetooptischen Abbildungen derselben Schicht (Methode *III*), Fig. 3 zeigt den Zustand der Ummagnetisierung bei Kraftflußdichten B_0 von 26 und 28 Gauß. Jeder der so erhaltenen Magnetisierungszustände ist nach Abschalten des Feldes stabil.

I. Physikalisches Institut der Technischen Universität, Berlin

H. BOERSCH, M. LAMBECK und W. RAITH

Eingegangen am 15. Juli 1959

[1]) KÖNIG, H.: Naturwiss. **33**, 71 (1946). — Optik **3**, 101 (1948). — [2]) REIMER, L.: Z. Physik **148**, 527 (1957). — [3]) FOWLER, C.A., u. E.M. FRYER: Physic. Rev. **104**, 552 (1956).

Elektronenoptische Herstellung freitragender Mikrogitter

Bei Bestrahlung mit Elektronen werden viele organische Substanzen durch Vernetzung unlöslich[1]). Zur Herstellung von Mikrogittern wird daher mit Elektronen ein Maschennetz verkleinert auf eine Lackschicht abgebildet, die eine Kupferunterlage bedeckt. Nach der Bestrahlung mit Elektronen löst sich der Lack in einem Lösungsmittel nur in den unbestrahlten Bereichen auf. Auf die so freigelegten Bereiche der Kupferunterlage wird Nickel elektrolytisch abgeschieden. Das da

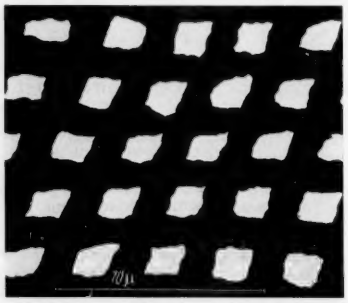


Fig. 1. Auf elektronenoptischem Wege hergestelltes, freitragendes Nickelgitter

durch entstandene Nickelgitter wird dann durch chemische Zersetzung des Kupfers und des Lackes in einer Chromsäurelösung freigelegt.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt eines so gewonnenen freitragenden Nickelgitters mit einer Gitterkonstante von etwa 3 μ. Es ist aus einem Maschengitter von 50 μ Gitterkonstante durch elektronenoptische Verkleinerung (17:1) gewonnen worden. Nach dem gleichen Verfahren wurden Kreisblenden mit einer Öffnung von weniger als 1 μ Durchmesser hergestellt. Die Mindestdosis bei den von uns benutzten Lacken beträgt 10^{-6} bis 10^{-4} As/cm².

Die Herstellung noch feinerer Blenden, Gitter usw. nach diesem Verfahren erscheint aussichtsreich.

I. Physikalisches Institut der Technischen Universität, Berlin

H. BOERSCH, H. HAMISCH und K.H. LÖFFLER

Eingegangen am 15. Juli 1959

[1]) Vgl. z.B. LINTNER, K., u. E. SCHMID: Ergebn. exakt. Naturwiss. **28**, 302 (1955). — HARWOOD, J.J., H.H. HAUSNER, J.G. MORSE u. W.G. RAUCH: The Effects of Radiation on Materials. New York: Reinhold Publ. Corp. 1958.

Energieverluste von 25 keV-Elektronen in atomarem und molekularem Wasserstoff

Über die Energieverluste mittelschneller Elektronen durch Gase bestehen nur für den Fall des atomaren Wasserstoffs genauere theoretische Vorstellungen[1]). An atomarem Wasserstoff sollte daher das Auftreten diskreter Energieverluste experimentell untersucht und mit der Theorie verglichen werden.

Ein Elektronenstrahl wurde durch einen mit Wasserstoff gefüllten Ofen geleitet, der bis auf 3200° C erhitzt werden konnte. Theoretisch ist dann der molekulare Wasserstoff zu 99,9% in atomaren dissoziiert[2]). Nach dem Durchtritt durch das Gas wurde der Elektronenstrahl auf Energieverluste analysiert[3]). In Fig. 1 und 2 sind die Photometer-Kurven der Energieverlustspektren bei verschiedenen Ofen-Temperaturen wiedergegeben. Die Schwärzung S ist als Funktion des Energieverlustes ΔE dargestellt. Das bei Zimmertemperatur des Ofens aufgenommene Spektrum (Fig. 1) zeigt die Energieverluste in molekularem Wasserstoff. Bei einer Steigerung der Ofen-Temperatur auf 3200° C ändert sich das Energieverlustspektrum (Fig. 2). Es tritt ein neues, schmales und

starkes Intensitätsmaximum C bei $(10{,}17 \pm 0{,}15)$ eV auf. Das Maximum C kann nach der Theorie von BETHE durch Anregung des Niveaus 2^2P des atomaren Wasserstoffs, das nach der Theorie bei 10,21 eV liegt, erklärt werden.

Außer dem Maximum C des atomaren Wasserstoffs erscheinen in Fig. 2 noch die Maxima A und B des molekularen

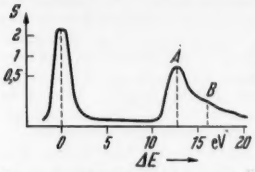


Fig. 1. Energieverluste von 25 keV-Elektronen in molekularem Wasserstoff. Ofentemperatur 20° C

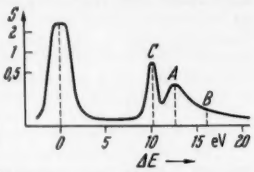


Fig. 2. Energieverluste von 25 keV-Elektronen in atomarem und molekularem Wasserstoff. Ofentemperatur 3200° C

Wasserstoffs, da das Gas trotz der hohen Ofentemperatur nicht vollständig dissoziiert ist. Zu diesen beiden Maxima tragen noch Übergänge zu höheren Anregungszuständen des atomaren Wasserstoffs bei. Die vollständige Intensitätsdiskussion ergibt Übereinstimmung mit den Aussagen von BETHE.

Aus der experimentellen Bestimmung des Energieverlustes C und der zu diesem Übergang gehörigen optischen Wellenlänge ist nach einer Diskussion mit SIMPSON[4]) eine Präzisions-Bestimmung von h/e möglich, falls es gelingt, die Meßgenauigkeit der Energieverluste noch weiter zu steigern.

I. Physikalisches Institut der Technischen Universität, Berlin

H. BOERSCH, J. GEIGER und H.-J. REICH

Eingegangen am 15. Juli 1959

[1]) BETHE, H.: Ann. Phys. **5**, 325 (1930). — Handbuch der Physik, Bd. XXIV/1, S. 519. 1933. — [2]) SAHA, M. N.: Phil. Mag. **40**, 472 (1920). — [3]) MÖLLENSTEDT, G.: Optik **5**, 499 (1949). Vgl. auch DIETRICH, W.: Z. Physik **151**, 519 (1958). — [4]) SIMPSON, J. A.: NBS Electron Phys. Sect., Washington DC.

Temperaturabhängiger Elektronenübergang zwischen Stickstoff-Radikalen, nachgewiesen mittels Elektronenresonanz

Löst man 0,005 Mol/Liter N,N′-Tetramethyl-p-phenylendiamin (als Elektronendonator D) und 0,001 Mol/Liter

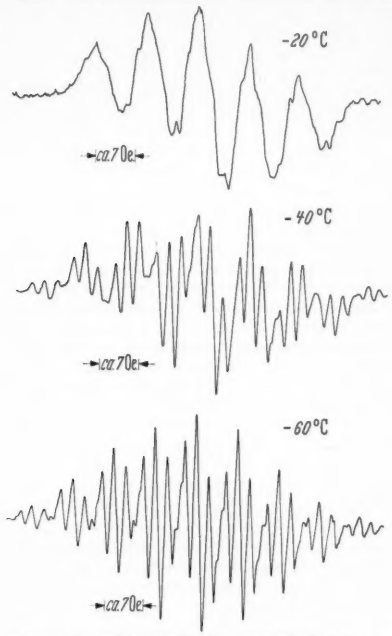


Fig. 1. Temperaturabhängigkeit des EPR-Spektrums von N,N′-Tetra-methyl-p-phenylen-diamin (0,005 Mol/Liter) und N-Diphenyl-N′-pikryl-hydrazyl (0,001 Mol/Liter) in Toluol bei verschiedenen Temperaturen

N-Diphenyl-N′-pikrylhydrazyl (als Elektronenakzeptor $A\cdot$) in Toluol, so beobachtet man bei $-20°$ C*) im wesentlichen das bekannte fünf-Linien EPR-Spektrum des Hydrazyls, während bei $-60°$ C das Spektrum von WURSTERS Blau, des Kations von Tetramethyl-p-phenylen-diamin, auftritt[1]) (Fig. 1). Dazwischen, bei $-40°$ C, findet man eine Überlagerung beider Spektren. Die Temperaturabhängigkeit des EPR-Spektrums ist reversibel. Entsprechende Messungen wurden auch bei anderen Konzentrationen des Donators 0,001 bis 0,01 Mol/Liter) und in anderen Lösungsmitteln durchgeführt.

Es handelt sich offenbar um ein echtes temperaturabhängiges Gleichgewicht (Elektronenübergang) zwischen einem paramagnetischen Akzeptor-Radikal $A\cdot$ und einem diamagnetischen Donator D:

$$A\cdot + D \rightleftharpoons A^- + D^{\cdot +} + 20 \text{ kcal/Mol} \pm 25\%$$

Herrn Professor RICHARD KUHN danke ich für eine eingehende Diskussion der Ergebnisse, Herrn ADOLF ÜBERLE für seine Hilfe bei der Durchführung der Messungen.

Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Institut für Chemie, Heidelberg

KARL H. HAUSSER

Eingegangen am 10. August 1959

*) Bei höherer Temperatur findet eine Zersetzung der beteiligten Moleküle statt.

[1]) WEISSMAN, S. I.: J. Chem. Physics **22**, 1135 (1954). — [2]) HAUSSER, K. H.: Z. Naturforsch. **14a**, 425 (1959).

Elektronen-Kern-Doppelresonanzen von F-Zentren in KCl bei Raumtemperatur

Die Hyperfeinstruktur der Elektronenspin-Resonanz von F-Zentren kann mit der Elektronen-Kern-Doppelresonanzmethode von FEHER[1a]),[c]) auch dann mit hoher Auflösung

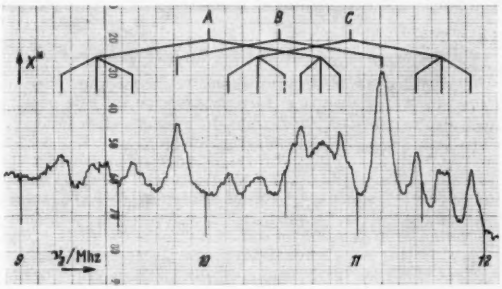


Fig. 1. Ausschnitt aus dem Doppelresonanz-Spektrum von F-Zentren in KCl: Wechselwirkung des F-Elektrons mit den ^{39}K-Kernen in der ersten Nachbarschafts-Sphäre. Aufgetragen ist das Signal der Elektronenresonanz (Absorption, Nullpunkt unterdrückt, $H_0 = 3365$ Oe, $\nu_1 = 9388$ MHz) als Funktion der Frequenz ν_2 des zusätzlich eingestrahlten Hochfrequenz-Feldes sowie die Zuordnung der Linien zu den Kernen A, B und C (Fig. 2)

gemessen werden, wenn mit einfacher Elektronenspin-Resonanz keine Auflösung [KCl[1b])] oder nur teilweise Auflösung [LiF[2])] erreichbar ist. Man muß dazu die Elektronenspin-Resonanz teilweise sättigen und gleichzeitig durch Einstrahlen eines Hochfrequenzfeldes Kernspin-Resonanzen zwischen den Hyperfeinstruktur-Niveaux des F-Elektrons anregen, so daß ihre Besetzungszahlen geändert werden. Bei Variation der Frequenz dieses Hochfrequenzfeldes beobachtet man immer dann eine Änderung der Elektronenspin-Resonanz, wenn die Frequenz einer Spinresonanz für einen Satz äquivalenter Kerne in der Nachbarschaft des F-Zentrums erreicht wird.

Mit additiv verfärbten KCl-Kristallen [etwa 10^{18} F-Zentren pro cm^3] konnten wir wegen der relativ großen Relaxationszeit T_1 von etwa 10^{-5} sec die von FEHER[1b]) bei 1,2° K erhaltenen Ergebnisse bereits bei Raumtemperatur erreichen.

Die Elektronenspin-Resonanz wurde bei etwa 9400 MHz erzeugt. Die Frequenzen für die Spinresonanzen der nächsten K- und Cl-Kerne liegen dann zwischen 1 und 15 MHz. Fig. 1 zeigt als Ausschnitt den Bereich zwischen 9 und 12 MHz. Hier liegen die Umklappfrequenzen der sechs nächst benachbarten ^{39}K-Kerne. Bei der gewählten Orientierung des Kristalls relativ zum H_0-Feld (35° zwischen H_0 und der Richtung [100]) gibt es nach Fig. 2 drei Sätze von je zwei äquivalenten Kernen: Die Kerne A liegen vom Zentrum aus gesehen senkrecht zum H_0-Feld, B und C unter einem Winkel von 55° bzw.

35°. Für die Frequenzen der Doppelresonanzlinien gilt[1b]):

$$h\nu = \pm g_I \mu_K H_0 + \tfrac{1}{2}[a + b(3\cos^2\alpha - 1)] + \\ + Q'(3\cos^2\alpha - 1)(m - \tfrac{1}{2}).$$

Dabei bedeuten g_I den Kern-g-Faktor, μ_K das Kernmagneton, α den Winkel zwischen H_0 und der Verbindungslinie der äquivalenten Kerne, m den höheren der beiden m-Werte bei einem Übergang mit $\Delta m_I = 1$, und Q' die elektrische Quadrupol-Wechselwirkungsenergie,

$$Q' = \tfrac{1}{4} eQ(d^2V/dz^2).$$

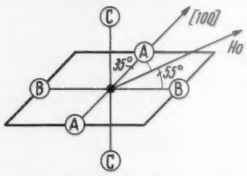


Fig. 2. Erste Nachbarschafts-Sphäre eines F-Zentrums im KCl-Gitter

Bei der hier gewählten Orientierung verschwindet die dreifache Aufspaltung infolge des Kernquadrupolmomentes Q für die Kerne B (Fig. 2), da für $\alpha = 55°$ der Ausdruck $(3\cos^2\alpha - 1) = 0$ wird.

Die Konstanten der Gleichung ergeben sich in guter Übereinstimmung mit FEHER[1b]) zu $a/h = 21{,}0$ MHz, $b/h = 0{,}95$ MHz und $Q'/h = 0{,}18$ MHz, letzteres nur in erster Näherung.

Herrn Prof. H. PICK sind wir für Förderung unserer Arbeiten zu großem Dank verpflichtet.

II. Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, Stuttgart

HORST SEIDEL und HANS CHRISTOPH WOLF

Eingegangen am 7. August 1959

[1]) FEHER, G.: Physic. Rev. a) **103**, 834 (1956); b) **105**, 1122 (1957); c) Physica **24**, 80 (1958). — [2]) LORD, N.W.: Phys. Rev. Letters **1**, 170 (1958).

Elektronenresonanz bei stark belichtetem Silberchlorid

Paramagnetische Elektronenresonanzabsorption tritt bei Übergängen zwischen den Zeeman-Niveaus auf, die sich infolge der gequantelten Einstellung des magnetischen Momentes eines gebundenen oder freien Elektrons im angelegten äußeren Magnetfeld ergeben. Der g-Faktor in der bekannten Resonanzbedingung

$$h\nu = g\mu_B H \qquad (1)$$

(ν Frequenz, μ_B Bohrsches Magneton, H Magnetfeldstärke) ist für freie Elektronen 2,0023 und weicht für gebundene Elektronen in charakteristischer Weise von diesem Wert ab.

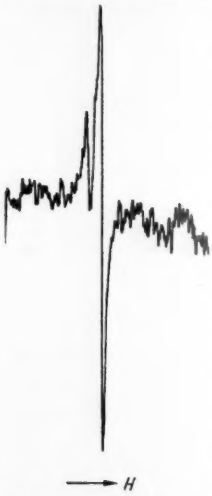


Fig. 1. Registrierkurve (1. Ableitung der Resonanzkurve) von stark belichtetem Silberchlorid bei 90° K

Im Rahmen von Untersuchungen über lichtempfindliche Substanzen wurde auch die Elektronenresonanz für Messungen an belichtetem und unbelichtetem Silberchlorid-Pulver*) herangezogen. Die Belichtung erfolgte durch mehrstündiges Bestrahlen mit einer Hg-Quarzlampe, wodurch eine sichtbare und auch röntgenographisch nachweisbare Ausscheidung von photolytischem Silber entstand. Die verwendete Apparatur stellt die Weiterentwicklung der in [1]) beschriebenen dar; eine ausführliche Beschreibung wird demnächst erfolgen[2]).

Während die unbelichtete Substanz bei Zimmertemperatur kein beobachtbares Resonanzsignal ergab, konnte bei der belichteten Substanz bereits bei Zimmertemperatur eine relativ starke und sehr schmale Resonanzlinie beobachtet werden. Die Messungen erfolgten bei 9400 MHz (etwa 3,2 cm Wellenlänge). Der g-Faktor dieser Linie beträgt $2{,}002 \pm 0{,}006$, die Linienbreite etwa 5 Gauß. Diese und die folgenden Werte sind nur als Näherungswerte anzusehen, da infolge der relativ großen Inhomogenität des verwendeten statischen Magnetfeldes mit einer Linienverbreiterung zu rechnen ist. Als Linienbreite wird der Abstand der beiden Extremwerte der aufgezeichneten differenzierten Resonanzkurve angegeben.

Bei Abkühlung auf 90° K erscheint bei der belichteten Substanz neben der starken Linie noch eine schwächere (etwa $\tfrac{1}{4}$ der Intensität der Hauptlinie) im Abstand von etwa 5 Gauß (Fig. 1). Der g-Wert der Hauptlinie ist $1{,}999 \pm 0{,}006$; die schwächere Linie liegt bei $g = 2{,}004 \pm 0{,}006$. Die Linienbreite ist bei beiden Linien etwa 2 bis 3 Gauß. Die Möglichkeit von Verunreinigungen als Ursache der beobachteten Resonanzkurven wurde durch Kontrollversuche mit dem leeren und dem nur mit dem Stab zur Halterung der Probe gefüllten Resonator ausgeschaltet, die keinen Effekt zeigten. Aus dem gleichen Grunde wurde für die unbelichtete und für die belichtete Probe das gleiche Umhüllungsmaterial verwendet.

Die sehr schmalen Linien deuten darauf hin, daß es sich bei den die Elektronenresonanz verursachenden Teilchen um Leitungselektronen handelt, da F-Zentren besonders bei den verwendeten nicht sehr tiefen Temperaturen wesentlich breitere Linien liefern[3]). Zur Klärung dieser Frage sind weitere Untersuchungen notwendig.

Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, München

D. BÖSNECKER und W. WAIDELICH

Eingegangen am 18. August 1959

*) Silberchlorid, AgCl Erg. B. 3, Riedel-de Haen A.G.

[1]) LUTZE, E.: Z. angew. Phys. **8**, 61 (1956). — [2]) BÖSNECKER, D.: Z. angew. Phys. (im Druck). — [3]) INGRAM, D. J. E.: Spectroscopy at Radio and Microwave Frequencies. London: Butterworth 1955.

Die Kernmomente des Os^{187}

Wegen der geringen Häufigkeit des Os^{187}-Isotopes von 1,6% im natürlichen Gemisch lag bisher keine sichere Bestimmung der Kernmomente dieses Isotops vor. Mit einer

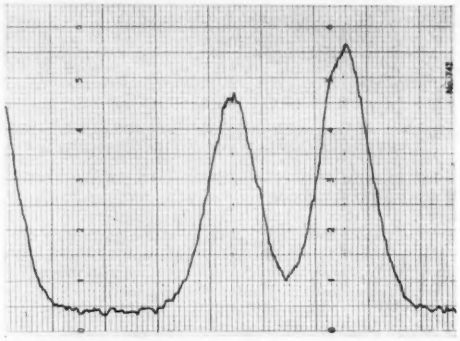


Fig. 1. Hyperfeinstruktur der Os^{187} I-Linie $\lambda = 4261$ Å. Nach rechts zunehmende Wellenzahl, Etalon 30 mm.

Probe radiogenem, durch β-Zerfall des Re^{187} entstandenem Os^{187} konnten unter Verwendung von etwa 1 mg des Präparates in einer Hohlkathodenlichtquelle die OsI-Linien $\lambda = 4794$ Å ($5d^6 6s^2 a^5 D_3 - 5d^6 6s 6p z^7 D_3$) und $\lambda = 4261$ Å ($5d^6 6s^2 a^5 D_4 - 5d^6 6s 6p z^7 D_5$) erzeugt und mit einem lichtelektrischen registrierenden Fabry-Perot-Spektrometer die Hyperfeinstrukturen dieser Linien mit jeweils drei verschiedenen Etalonabständen untersucht werden. In beiden Linien wurde eine Aufspaltung in zwei Komponenten beobachtet. Fig. 1 bringt als Beispiel eine Ordnung aus einer Registrierkurve der Linie $\lambda = 4261$ Å. Aus Anzahl und Intensität der Komponenten ergibt sich die Kerndrehimpulsquantenzahl I des Os^{187} zu

$$I(Os^{187}) = \tfrac{1}{2}.$$

Aus Größe und Vorzeichen der Aufspaltungen von $24{,}0 \times 10^{-3}\,cm^{-1}$ ($\lambda = 4794$ Å) bzw. $52{,}6 \cdot 10^{-3}\,cm^{-1}$ ($\lambda = 4261$ Å) ergibt sich unter Verwendung des von LOELIGER und SARLES[1]) bestimmten magnetischen Kerndipolmomentes des Os^{189} und der von BLAISE[2]) in den betreffenden Linien gemessenen A-Faktoren dieses Isotops das magnetische Kerndipolmoment μ_I des Os^{187} zu

$$\mu_I(Os^{187}) = +(0{,}065 \pm 0{,}003)\ \text{K. M.}$$

Da $I(Os^{187}) = \tfrac{1}{2}$ ist, handelt es sich bei dem β-Zerfall des Re^{187} ($I = \tfrac{5}{2}$) um einen $\Delta I = 2$-Übergang, dessen große

Halbwertszeit von etwa $5 \cdot 10^{10}$ Jahren[3]) durch den geringen Energieunterschied[4]) zwischen Mutter- und Tochter-Kern erklärt werden muß.

Herrn Prof. Dr. W. GEILMANN, der freundlicherweise das radiogene Os^{187}-Präparat für uns herstellte, danken wir für seine Hilfe vielmals. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die Bereitstellung der benötigten Spektralapparate auch an dieser Stelle gedankt.

I. Physikalisches Institut der Universität, Heidelberg

GÜNTHER GUTHÖHRLEIN, HANS KOPFERMANN, GERHARD NÖLDEKE und ANDREAS STEUDEL

Eingegangen am 10. August 1959

[1]) LOELIGER, H. R., u. L. R. SARLES: Physic. Rev. **95**, 291 (1954). — [2]) BLAISE, J.: Thèses Paris 1957. — [3] HINTENBERGER, H., W. HERR u. H. VOSHAGE: Physic. Rev. **95**, 1691 (1954). — [4]) SUTTLE, A. D., u. W. F. LIBBY: Physic. Rev. **95**, 866 (1954).

Zur Abtrennung von Strontium-90 aus Lösungen

Bei Isotopen- und Ionenaustauschversuchen mit $^{90}Sr^{++}$-Ionen und festen Erdalkalisulfaten wurde folgendes festgestellt:

1. In den Systemen Sr^{++} (gelöst)/$CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$ (fest) und Sr^{++} (gelöst)/$BaSO_4$ (fest) findet ein Ionenaustausch zwischen gelösten Sr^{++}-Ionen und Ca^{++}-Ionen bzw. Ba^{++}-Ionen des $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$ bzw. $BaSO_4$ statt; das Verhältnis der Molenbrüche der Sr^{++}-Ionen an der Oberfläche des $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$ bzw. $BaSO_4$ (x^0) und in der Lösung (x^L) beträgt etwa $x^0_{Sr^{++}}/x^L_{Sr^{++}} \approx 1$ (für $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$) bzw. 0,1 (für $BaSO_4$). — 2. Die Geschwindigkeit dieser Isotopen- und Ionenaustauschvorgänge ist relativ groß; sie ist der Oberfläche der festen Erdalkalisulfate proportional. Die Halbwertzeit dieser Vorgänge ist von der Größenordnung 1 min. — 3. Die Sr^{++}-Ionen nehmen an der unter der Lösung stattfindenden Rekristallisation des festen $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$ nicht teil, da $SrSO_4$ und $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$ keine Mischkristalle bilden. An der Rekristallisation des festen $BaSO_4$ unter der Lösung nehmen die Sr^{++}-Ionen jedoch teil; dies führt zu einer weiteren erheblichen Aktivitätsabnahme des Strontium-90 in der Lösung. — 4. Die Rekristallisation der Bodenkörper erfolgt sehr viel langsamer als der Isotopen- bzw. Ionenaustausch; die Halbwertzeit für die Rekristallisation ist etwa um den Faktor 100 größer als die Halbwertzeit für den Isotopen- bzw. Ionenaustausch. — 5. Das Löslichkeitsprodukt des $SrSO_4$ wird durch festes $BaSO_4$ sehr stark herabgesetzt; setzt man z. B. zu einer an $SrSO_4$ gesättigten wäßrigen Lösung festes $BaSO_4$, so fällt festes $SrSO_4$ aus. Dies kommt dadurch zustande, daß sich an der Oberfläche des festen $BaSO_4$ infolge des Ionenaustausches Sr^{++} (gelöst)/$BaSO_4$ (fest) Mischkristalle von $SrSO_4$ und $BaSO_4$ bilden. Über diesen Mischkristallen ist das Löslichkeitsprodukt für $SrSO_4$ sehr viel geringer als über reinem $SrSO_4$.

Diese Versuchsergebnisse haben Bedeutung für die Entfernung von Strontium-90 aus wäßrigen Lösungen. Enthalten solche Lösungen z. B. sehr geringe Konzentrationen an Sr^{++}-Ionen, die weit unterhalb der Sättigungskonzentration des $SrSO_4$ liegen, so kann durch Schütteln mit festem feinteiligem $BaSO_4$ die Konzentration des Strontiums-90 innerhalb weniger Minuten erheblich verringert werden. Die Konzentration des Strontiums-90 in derartigen Lösungen wird etwa um den Faktor $10^{-5}\,\overline{F}\,m/V + 1$ herabgesetzt, wenn m die Menge des $BaSO_4$ in g, $\overline{F}$ die spezifische Oberfläche in cm^2/g und V das Volumen der Lösung in Litern ist. Bei längerer Behandlung mit festem Bariumsulfat werden infolge der Rekristallisation des Bariumsulfats noch sehr viel mehr Sr^{++}-Ionen vom Bodenkörper aufgenommen.

Es ist zu erwarten, daß die Wiederholung der Verteilungsoperation (z. B. durch Verwendung von Trennsäulen, die mit festem $BaSO_4$ in einer geeigneten Form gefüllt sind) noch wesentlich günstigere Möglichkeiten zur Abtrennung von Strontium-90 aus wäßrigen Lösungen ergibt.

Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für eine Sachbeihilfe.

Eduard-Zintl-Institut für Anorganische und Physikalische Chemie der Technischen Hochschule, Darmstadt

K. H. LIESER und W. HILD

Eingegangen am 22. August 1959

Potential Distribution on the Surface of Alkali Coated Metals

The study of potential distribution on the surface of alkali coated metals, may be of interest in connection with the mechanism of an electron emission of oxide coated cathodes and certain photoelectric cathodes, for instance, silver-caesium cathode. Although it has been suggested that perhaps an emission center or site existed on these cathodes when they emit electrons from the surfaces, we have scarcely seen a visualized proof enough to support the conjecture.

The authors observed that there is present a heterogeneous potential distribution on the surface of the alkali coated metals by an application of the emanation method proposed by WESTERMARK and ERWALL[1]). This finding is considered to be an experimental proof indicating that the work function on such kind of surfaces is not uniform.

The experimental procedure is as follows. A small plate of silver (platinum) of 10 × 10 mm dimension, coated with a thin film of caesium carbonate was put in an emanation camera as a collecting cathode (negative voltage pressed), where the thorium source (40 g of thorium oxide) was earthed, the field strength

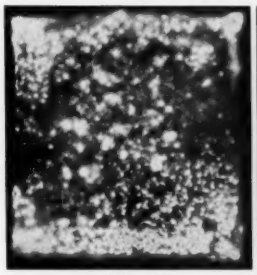


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 1. A small drop of 2 N Cs_2CO_3 soln. spread on a cleaned silver plate, heated at 100° C für 3 min, then exposed in emanation camera for 7 hrs. A positive was made from the autoradiograph

Fig. 2. A small drop of 1 N KOH soln. spread on a silver plate, heated at 300° C for 20 min, then exposed in the emanation camera for 6 hrs. A positive copy was made

being ca. −160 V/cm. The coating was made by spreading a small drop of a caesium carbonate solution (1−2 N) over the whole surface of one-side of the metallic plate as uniform as possible, then heating at 100 to 300° C. After the exposure of 6 to 8 hrs in the emanation camera, the plate was taken out, then it was put on the emulsion of a photographic plate (ordinary process plate) for a night. In this autoradiography, a very thin plastic film was inserted between the alkali coated surface and the photographic plate to avoid a direct contact.

A positive copy of the autoradiograph obtained by the procedure is given in Fig. 1. In the radiograph, heterogeneous depositions of decay products of thorium emanation attributed to the heterogeneous potential distribution on the alkali coated surface were clearly shown. It is interpretable that the photographic density of the various phases showed a certain correlation to the work function, that is to say, the phases with a work function higher than that of the surrounding phase, received a larger deposit in comparison with the surroundings. The result in case of using potassium hydroxide instead of caesium carbonate is given in Fig. 2.

Tracing the electrical fields on such kind of surfaces is considered to be possible only when the surfaces would not be disturbed by the tracing method itself both mechanically and chemically, and the purpose was effectively attained by using the emanation method as mentioned above. The formation mechanism of the heterogeneous potential distribution is not yet known in detail, but, it is suggested that impurities contained in the metal and the coating, interaction of the coating and the metal especially when heating, and very small pit holes and scratches on the metallic surface may have some influence on the formation mechanism.

The experiment we described was carried out mainly with silver plates, but similar results were obtained when a platinum plate was employed. When pure metallic plates (not coated with alkalis) were put in the emanation camera under the same conditions, almost uniform activities (apart from some edge effects) were found over the surfaces. All these experiments were carried out at atmospheric pressure. At present, how-

ever, this kind of study has only a qualitative meaning, we may hope that the study will be developed quantitatively in future.

Chemical Department, Faculty of Science, Kumato University, Kurokamityo, Kumamoto, Japan

DAISEI YAMAMOTO and TAKUHIRO GOTÔ

Eingegangen am 22. August 1959

[1]) WESTERMARK, T., and L.-G. ERWALL: Nature [London] **169**, 703 (1952).

Neue Untersuchungen zum Palladium-Wasserstoff-Problem

Man nimmt im allgemeinen beim Pd-H-System zwei Phasen α und β an von verschiedenem Wasserstoffgehalt; die α-Phase wird der wasserstoffärmeren, die β-Phase der wasserstoffreicheren Lösung zugeschrieben. Zu diesem Ergebnis gelangte man durch Versuche, bei denen das Metall entweder bei höheren Temperaturen ($T \geqq 100°$ C) und höheren Drucken ($p \leqq 25$ atm) aus der Gasphase beladen wurde oder bei weniger hohen Temperaturen ($T > 0°$ C) elektrolytisch.

Neue Versuche zeigen, daß im Ultrahochvakuum aufgedampfte Pd-Filme von etwa 80 Å Dicke auch bei Temperaturen bis zu 77° K Wasserstoff aufnehmen, wobei selbst unter Drucken $p < 10^{-4}$ Torr das Verhältnis aufgenommener H-Atome zu Pd-Atomen H/Pd = 2 überschritten wird. Die Wasserstoffaufnahme erfolgt in verschiedener Weise. Zunächst wird lediglich die Oberfläche beladen, wobei das Verhalten des elektrischen Filmwiderstandes qualitativ und quantitativ dem am System Nickel-Wasserstoff gefundenen[1]) entspricht: Zuerst Widerstandsanstieg, Überschreiten eines Maximums (I) von $\Delta R/R \simeq 3\%$ bei der Belegung $n \simeq 5 \cdot 10^{14}$ Molekeln H_2 pro cm^2 Makrooberfläche (H/Pd $\simeq$ 0,017) und anschließend geringer Widerstandsabfall. Der weiterhin aufgenommene Wasserstoff läßt den Widerstand linear mit n ansteigen bis zu einem Maximum (II) von $\Delta R/R \simeq 70\%$ bei $n \simeq 3{,}5 \cdot 10^{16}$ entsprechend einem Verhältnis H/Pd $\simeq$ 1,2. Nach diesem zweiten Maximum löst das Palladium zwar noch Wasserstoff *irreversibel*, doch mit geringer Widerstands*abnahme*.

Während bei 90° K ein etwa gleiches Verhalten gefunden wird, kann das Maximum II bei 195° K und dem angewandten niedrigen Druck ($p \simeq 10^{-2}$ Torr) nicht mehr in gleicher Höhe erreicht werden. Der gesamte beim zweiten Widerstandsanstieg aufgenommene Wasserstoff wird beim Abpumpen wieder abgegeben, wobei die durch ihn hervorgerufene Widerstandserhöhung rückgängig gemacht wird; er ist also *reversibel* gelöst. Bei 295° K hingegen tritt das Maximum II nicht auf. Der Dissoziationsdruck der Pd-H-Phase ist hier bereits so hoch, daß er in der Vakuumapparatur nicht eingestellt werden kann. Das Maximum I indessen erscheint in gleicher Weise wie bei den tieferen Temperaturen, nur daß sich bei 295° K Diffusionsvorgänge in der Oberfläche stärker bemerkbar machen.

Entsprechend wie bei Ni-Filmen dürfte das Maximum I der Ausbildung eines negativen H-Atom-Films in der *Oberfläche* des Pd-Films zuzuschreiben sein bzw. einer Dissoziation in Protonen und Elektronen. Bei Vergrößerung des H/Pd-Verhältnisses diffundiert der Wasserstoff auch ins Pd-*Gitter* ein. Die Elektronen neutralisieren Pd^+-Ionen[2]), die Protonen vergrößern die Streuung der Leitungselektronen, wodurch der Widerstand proportional der aufgenommenen H_2-Menge steigt. Wenn die Pd^+-Ionen neutralisiert sind, wächst die Zahl der freien Elektronen mit zunehmender Wasserstoff-Beladung, wodurch der Widerstand wieder etwas abfällt.

Die Ergebnisse zeigen also, daß es nicht erforderlich ist, zwei verschiedene Pd-H-*Phasen* anzunehmen, sondern lediglich eine Wasserstoff-Adsorption in der Oberfläche und *eine* Pd-H-Phase. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen COHEN und BERGEVIN[3]) bei der Diskussion von magnetischen[4]) und Neutronenbeugungsmessungen[5]).

Eine ausführliche Darstellung dieser Versuche sowie ihrer reaktionskinetischen Auswertung wird in Kürze gegeben[6]).

Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie der Technischen Hochschule, Hannover

R. SUHRMANN, G. WEDLER und G. SCHUMICKI

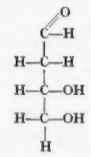
Eingegangen am 27. August 1959

[1]) SUHRMANN, R., Y. MIZUSHIMA, A. HERMANN u. G. WEDLER: Z. physik. Chem., N. F. **20**, 332 (1959). — [2]) WAGNER, C.: Z. physik. Chem. **193**, 407 (1944). — [3]) COHEN, J., u. F. DE BERGEVIN: C. R. Acad. Sci. [Paris] **246**, 3055 (1958). — [4]) COHEN, J., u. J. WUCHER: C. R. Acad. Sci. [Paris] **244**, 49 (1957). — [5]) WORSHAM, WILKINSON u. SHULL: J. Phys. Chem. Solids **3**, 303 (1957). — [6]) SUHRMANN, R., G. WEDLER u. G. SCHUMICKI: Internat. Conference on Structure and Properties of Thin Films, Lake George, New York, Sept. 1959.

Zur Struktur der 2-Desoxytetrose

Die D- und L-2-Desoxytetrose wurde von uns durch Abbau von D- bzw. L-Pentosen[1]) erhalten, während WESTPHAL und HIMMELSPACH[2]) das Racemat durch Synthese aus Allylmagnesiumchlorid über das Vinylacetaldehyd-diäthyl-acetal und 2-Desoxy-D.L.-tetrose-diäthylacetal herstellen konnten.

In Ergänzung zu den damaligen Befunden wurden als weiterer Strukturbeweis die Relation: Hydroxyl- zu Carbonyl-Gruppen sowie der Perjodatverbrauch und die dabei entstandenen Oxydationsprodukte bestimmt.



D-2-Desoxytetrose

Dabei wurde im Mittel ein Verhältnis von 2,22 Hydroxylen auf 1,0 Carbonylgruppe festgestellt. Bei der Perjodatoxydation, die 20 min bei Zimmertemperatur durchgeführt wurde, konnte als Oxydationsprodukt der für 2-Desoxyzucker typische Malonaldehyd gefunden werden, während Ameisensäure nicht nachweisbar war; der Perjodatverbrauch betrug 1,4 Mol/1 Mol Zucker. Längere Oxydationszeiten lieferten, wie auch bei 2-Desoxyribose beobachtet, höhere Werte. Vermutlich erfolgt dann eine Weiteroxydation des zunächst entstandenen Malonaldehyds.

Die erhaltenen Resultate befinden sich, abgesehen von dem etwas erhöhten Perjodatverbrauch, in guter Übereinstimmung mit der Theorie. Damit dürfte die Konstitution weitgehend gesichert sein.

Zum Schluß sei noch eine Richtigstellung vorgenommen bezüglich des von uns früher[1]) infolge eines Versehens falsch angegebenen R_F-Wertes für die 2-Desoxytetrose; er beträgt nach eingehender Überprüfung nunmehr in Übereinstimmung mit WESTPHAL und HIMMELSPACH[2]) 0,75 (Lösungsmittel Pyridin:Butanol:Wasser = 3:2:1,5) bzw. 0,72 (Lösungsmittel Butanol:Aceton:Wasser:Ammoniak = 40:50:15:3; Vergleichswert für 2-Desoxyribose in letzterem: 0,60).

Desgleichen zeigt auch die von uns hergestellte 2-Desoxytetrose positiven Keller-Kiliani-Test und negative Reaktion nach der Methode von WEBB[3]).

Jena, Institut für Mikrobiologie und experimentelle Therapie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

HARRY VENNER

Eingegangen am 24. Juli 1959

[1]) VENNER, H.: a) Naturwiss. **43**, 278 (1956); b) Chem. Ber. **90**, 121 (1957). — [2]) WESTPHAL, O., u. K. HIMMELSPACH: Angew. Chem. **69**, 140 (1957). — HIMMELSPACH, K.: Diplomarbeit Freiburg 1957. — [3]) WEBB, J. M., u. H. V. LEVY: J. biol. Chem. **213**, 107 (1955).

Untersuchungen über den Abbau von Tropan-Alkaloiden durch Esterasen

BERNHEIM[1]), GLICK[2]) und AMMON und SAVELSBERG[3]) hatten zweifelsfrei nachweisen können, daß die widersprechenden Ergebnisse früherer Autoren über das Atropin abbauende Ferment beim Kaninchen darauf zurückzuführen waren, daß nur *ein Teil* der Kaninchen (30 bis 70%) die „Atropinesterase" im Blutserum und in den Organen besitzt.

Die oben genannten Autoren bestimmten die Aktivität der „Atropinesterase" mittels manometrischer Technik. Wir wiesen die enzymatische Spaltung der Alkaloide mittels Papierchromatographie und Hochspannungselektrophorese[4]) nach. Das von uns ausgearbeitete Verfahren gestattet es, bei geringem Arbeitsaufwand fermentative Umsetzungen routinemäßig über beliebig lange Zeiten zu verfolgen und die gebildeten Produkte zu identifizieren. Die quantitative Bestimmung der Abbauleistungen der Fermente gelingt mit einer Genauigkeit von ± 5 bis 10%.

Wir haben mit unserer Methodik in einer großen Anzahl von Versuchen Organ-Homogenate verschiedener Tiere und des Menschen auf ihre Abbauleistungen gegenüber einigen Tropan- und Coca-Alkaloiden [(+)- und (−)-Hyoscyamin, (+)- und (−)-Scopolamin, (+)- und (−)-Homatropin, n- und ψ-Tropacocain, ψ-Atropin u. a. m.] untersucht. Eine eingehende Darstellung der Ergebnisse erfolgt an anderer Stelle; die hauptsächlichsten Befunde möchten wir hier mitteilen:

1. Von 60 untersuchten Kaninchen verschiedener Provenienz besaßen nur 46 im Serum ein Ferment [(−)-Hyoscy-

aminesterase], das im wesentlichen nur (−)-Hyoscyamin spaltet („Hy-aktive"-Kaninchen); (+)-Hyoscyamin wird mit etwa 80mal geringerer Abbauleistung von Serum „Hy-aktiver" Kaninchen in Tropin und Tropasäure gespalten. Seren und alle Organe der restlichen untersuchten 14 Kaninchen („Hy-inaktiv") vermögen keine der beiden optischen Antipoden zu spalten. — 2. Leber-Homogenat von „Hy-aktiven" Kaninchen baut kein (+)-Hyoscyamin ab, während dieses Organ (−)-Hyoscyamin mit großer Aktivität spaltet. Dies rechtfertigt die Bezeichnung des Fermentes als (−)-Hyoscyaminesterase. — 3. Ein weiteres Substrat der (−)-Hyoscyaminesterase ist das Scopolamin, dessen *links*drehende Form [(−)-Scopolamin] bevorzugt in demselben hohen Maße wie (−)-Hyoscyamin in Säure und alkoholische Komponente gespalten wird. Auch Homatropin wird von der (−)-Hyoscyaminesterase gespalten, jedoch ist hier *keine* regelmäßige Bevorzugung einer der optischen Isomeren zu beobachten. — 4. Tropacocain (ψ-Tropin-Benzoesäureester) wird von „Hy-aktiven" *und* „Hy-inaktiven" Kaninchenseren mit gleicher Abbauleistung gespalten. Es ist daraus zu folgern, daß Tropacocain kein Substrat der (−)-Hyoscyaminesterase ist. Von allen geprüften Alkaloiden wurde *nur* Tropacocain von Serum und Geweben *aller* untersuchten Tiere und des Menschen hydrolysiert. — 5. Auch Cocain wird nicht durch die (−)-Hyoscyaminesterase abgebaut; denn die von uns untersuchten „Hy-inaktiven" Kaninchenseren haben hohe Cocain-Abbauleistungen. Es muß also mit der Existenz einer Cocainesterase gerechnet werden; über dieses Cocain-abbauende Ferment und die Befunde, die aus der Doppelesternatur des Cocains resultieren, wird gesondert demnächst berichtet. — 6. Beachtenswert ist die hohe Abbauleistung von Meerschweinchenleber gegenüber $_L$(+)-Homatropin, und die optische Bevorzugung dieses Antipoden im Gegensatz zur Bevorzugung der *links*drehenden Form des Atropins und Scopolamins durch Kaninchen-Organhomogenate. Es muß daraus eine Homatropinesterase, Typ Meerschweinchen, postuliert werden. — 7. Bemerkenswert sind die äußerst geringen Abbauleistungen von Serum und Geweben von Huhn, Ratte, Maus, Rind, Schwein, Katze und Mensch gegenüber allen Tropanalkaloiden und Cocain. — 8. Die Serumcholinesterase ist nicht mit der (−)-Hyoscyaminesterase identisch; denn „Hy-inaktive" Kaninchen zeigen gleiche Cholinesterase-Aktivität wie „Hy-aktive". „Hy-aktive" Kaninchen bauen, trotz 10^{-3}-molarer Konzentration von Physostigmin im Normaltest, (−)-Hyoscyamin ohne Hemmung ab, während die Serumcholinesterase bei dieser Physostigmin-Konzentration praktisch völlig gehemmt wird. — 9. Der Ausgangspunkt unserer Untersuchung war die Frage, welches Versuchstier ein dem Menschen ähnliches Fermentspektrum besitzt in bezug auf den Abbau von Tropan-Alkaloiden. Aus unseren Untersuchungen ist ersichtlich, daß dies die Maus ist; wir wählten deshalb dieses Versuchstier für unsere Stoffwechseluntersuchungen mit ^{14}C-Atropin aus, um so am ehesten auf den Atropinstoffwechsel beim Menschen schließen zu können.

Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Abteilung für klinische Psychiatrie und Konstitutionsforschung, Marburg a.d. Lahn

GOTTFRIED WERNER und G. BREHMER

Eingegangen am 5. September 1959

[1]) BERNHEIM, F. u. M.: J. Pharmacol. Exp. Therapeut. **64**, 209 (1938). — [2]) GLICK, D.: J. Biol. Chem. **134**, 617 (1940). — [3]) AMMON, R., u. W. SAVELSBERG: Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem. **284**, 135 (1949). — [4]) WERNER, GOTTFRIED: Recueil Trav. chim. Pays-Bas **74**, 613 (1955). — WERNER, G., u. O. WESTPHAL: Angew. Chem. **67**, 251 (1955).

Abspaltung von Acetylen und Bildung von 17-Ketosteroiden aus 17α-Äthinyl-nortestosteron und 17α-Äthinyl-3,17β-östradiol durch Einwirkung von Alkali

Bei der Untersuchung der nach Verabreichung von 17α-Äthinyl-nortestosteron, einem peroral wirksamen Gestagen, beim Menschen auftretenden Metabolite im Harn wurde von verschiedenen Autoren eine Zunahme der Östrogenausscheidung beobachtet. [17α-Äthinyl-nortestosteron zeigt auch im Tierversuch gewisse östrogene Wirkungen, die auch durch noch so sorgfältige Reinigung nicht zu beseitigen waren. Es bleibt offen, ob es sich dabei trotzdem um Verunreinigung mit Östrogenen aus der Darstellung, um eine östrogene Wirkung der Substanz selbst oder um eine Umwandlung in Östrogene im Stoffwechsel handelt[1])]. Hinsichtlich der an der Vermehrung der Östrogenausscheidung beteiligten Fraktionen bestehen Diskrepanzen: So fanden PARADA[2]) et al. bei 4 Patienten einen Anstieg der Östradiolfraktion, eine Abnahme der Östronfraktion und keine Beeinflussung der Östriolausscheidung. Die Autoren benutzen die von BROWN[3]) 1955 beschriebene Methode mit einer Modifikation bei der Harnaufarbeitung. BREUER[4]) et al. fanden mit der von BROWN[5]) et al. 1957 angegebenen Methode, die zur Beseitigung der Chromogene vor der Methylierung eine Alkaliverseifung vorsieht, eine Zunahme in der Östradiolfraktion, die durch Auftreten von 17α-Äthinyl-östradiol bedingt ist, der Hauptanstieg betraf jedoch die Östronfraktion. Die Autoren konnten mittels Mikrosublimation Östron isolieren und identifizieren. Die Östriolausscheidung blieb unbeeinflußt.

Wir konnten feststellen, daß unter den Bedingungen der Brownschen Verseifung von 17α-Äthinyl-nortestosteron und 17α-Äthinyl-3,17β-östradiol (0,4 mg-%ige Lösung mit 1n-Natronlauge 30 min am Rückfluß gekocht) die Zimmermann-Reaktion für 17-Ketosteroide positiv ausfällt entsprechend 40 bzw. 60% des eingesetzten Steroids. Von 20γ 17α-Äthinyl-3,17β-östradiol, zu 200 cm³ Harn zugesetzt, fanden wir bei der Brownschen Aufarbeitung 1955[3]) 87% in der Östradiolfraktion und keine Östronvermehrung, nach Alkalihydrolyse jedoch nur 45% in der Östradiolfraktion und 30% in der Östronfraktion. (Zur kolorimetrischen Bestimmung von Äthinylöstradiol-methyläther wird ohne Wasserzugabe mit dem KOBER-Reagenz für Östriol 3 min auf 100° erhitzt.) Bei der alkalischen Verseifung von 50 mg 17α-Äthinyl-3,17β-östradiol (in 1‰ Lösung) wurden in einer alkoholischen Silbernitratvorlage 900γ Acetylen [nach SIGGIA[6])] und in der mit GIRARD T-Reagenz abgetrennten Fraktion 11 mg Östron gefunden (Schmelzpunkt und Mischschmelzpunkt entsprachen reinem Östron).

Die von den Autoren beschriebene Zunahme des Östrons nach der Verabreichung von 17α-Äthinyl-nortestosteron entsteht bei der Alkalieinwirkung. Eine Vermehrung der Östriolausscheidung ist demnach auch nicht zu erwarten.

Hauptlaboratorium der Schering A.G., Berlin-West

H. LANGECKER

Eingegangen am 12. September 1959

[1]) SCHENCK, M., u. G. SUCHOWSKY: Unveröffentlicht. — [2]) PARADA, J., J.H. NAPP u. K.D. VOIGT: J. Endocrinol. (im Druck). — [3]) BROWN, J.B.: Biochem. J. **60**, 185 (1955). — [4]) BREUER, H., U. DARDENNE u. W. NOCKE: Acta endocrinol. (im Druck). — [5]) BROWN, J.B., R.D. BULBROOK u. F.C. GREENWOOD: J. Endocrinol. **16**, 49 (1957). — [6]) SIGGIA, S.: Quantit. organic. Analysis, S. 86. New York: J. Wiley & Sons Inc. 1954.

On Anthocyanins in Tulip Flowers

In 1916 WILLSTÄTTER et al.[1]) and later ROBINSON et al.[2]) identified qualitatively the pigments of a certain varieties of Tulipa Gesneriana with cyanidin and pelargonidin glucoside.

In the preceding papers of this series of study on the anthocyanin pigments of tulip flowers, the senior author (M. S.) for the first time isolated them in crystalline state and described their properties and structures precisely[3]),[4]). But the procedures were all time-consuming, so for the purpose of saving the time, solvent, material and reagent, the flower colours of tulips were paper chromatographically investigated. In this study the flower pigments of one hundred and seven garden varieties of tulip (105 garden varieties of Tulipa Gesneriana and one garden variety of T. Fosteriana and one garden variety of T. Eichleri, respectively) were examined. They were separated from each other by mass paper-chromatography in comparatively pure state. They were decomposed by hydrolysis with acid and by saponification with alkali into their components, i.e. anthocyanidins, sugars and organic acids, which were also studied chromatographically.

Flowers of a variety of tulip ranging from red to dark purple contained 2 to 4 kinds of anthocyanin except a garden variety ("Telescopium"), which contained only one kind of anthocyanin and there were six kinds of anthocyanin in all, which were:

1. Unnamed anthocyanin (*Rf* 0·62 to 0·64 in Bu. H*)) (Pelargonidin-3-glucorhamnoside?). — 2. Keracyanin (*Rf* 0·50 to 0·54 in Bu. H) (Cyanidin-3-glucorhamnoside). — 3. Chrysanthemin (*Rf* 0·41 to 0·44 in Bu. H) (Cyanidin-3-monoglucoside). — 4. Tulipanin (*Rf* 0·36 to 0·39 in Bu. H) (Delphinidin-3-glucorhamnoside). — 5. Unnamed anthocyanin (*Rf* 0·26 in Bu. H) (Delphinidin-3-monoglucoside). — 6. Delphin (*Rf* 0·18 to 0·19 in Bu. H) (Delphinidin-3,5-diglucoside).

The results also showed that the major pigment was tulipanin in purplish varieties, keracyanin in dark red and reddish varieties and unnamed pelargonidin-3-glucorhamnoside (?) in orange red varieties. As minor pigments there were chrysanthemin, delphin and unnamed delphinidin-3-monoglucoside in nearly all varieties.

Although it is evident that flavonoids other than anthocyanin, and carotenoids etc. also play a role in flower colours, the colours of tulip flowers are caused chiefly by the combination of the above described six kinds of anthocyanin in various proportions. Characteristically, anthocyanins contained in tulips existed chiefly in the form of diglucoside, mostly glucorhamnoside, though they differ in respect of aglycone contained in them.

Further work on the determination of anthocyanins in flowers of many other garden varieties and the researches on the properties and structure of unnamed pelargonidin-3-glucorhamnoside (?) which has not been crystallized are now in progress. The details will be published elsewhere.

Plant Physiological Laboratory, Biological Institute, Toyama University, Toyama, Japan

M. SHIBATA and N. ISHIKURA

Eingegangen am 18. August 1959

*) The *Rf*-values were determined by the unidimensional ascending procedure using Töyö No. 52 filter paper (40 × 40 cm) at 28 ± 1° C in the thermostat and the developing solvent was composed of n-buthanol/conc. hydrochloric acid/water (7:2:5 v/v).

[1]) WILLSTÄTTER, R., and E.K. BOLTON: Liebigs Ann. Chem. **412**, 136 (1916). — [2]) ROBINSON, G.M., and R. ROBINSON: Biochemic. J. **26**, 647 (1932). — [3]) SHIBATA, M.: Bot. Mag. [Tokyo] **69**, 412 (1956). — [4]) SHIBATA, M., and E. SAKAI: Bot. Mag. [Tokyo] **71**, 6 (1958).

Über die Oxydation von Chlorogensäure und DOPA während der Tabaktrocknung

Die bei der Abtrocknung der Tabakblätter eintretende Verbräunung ist nach BÄBLER[1]) auf die Bildung brauner Pigmente in erster Linie aus oxydierter Chlorogensäure zurückzuführen, die sich teilweise auch mit Aminosäuren zu rotbraunen Komplexen vereinigen kann. Blätter von Gewächshauspflanzen verbräunen nur unvollständig, weil sie geringe Mengen an Chlorogensäure aufweisen[2]). Da im Freiland- wie im Gewächshaustabak, im letzteren sogar vermehrt, Tyrosin durch LOTT[3]) nachgewiesen wurde, könnte hier eine weitere Möglichkeit zur Pigmentbildung über 3,4-Dioxyphenylalanin (DOPA) gefunden werden. Der Pigmentbildung gehen neben der Austrockung verschiedene biochemische Veränderungen des Blattes voraus, welche für die Verbräunung z.T. notwendige Voraussetzungen sind[4]). Mit dem Aufhängen der Blätter setzt eine starke Proteolyse ein[5]). Die Kohlenhydrate werden veratmet, die Ascorbinsäure oxydativ zerstört, die Dehydrogenasentätigkeit bricht zusammen[4]), und die Aktivität verschiedener oxydierender Enzyme verringert sich stark[6]).

Es interessierte uns, die Geschwindigkeit der enzymatischen Oxydation von Chlorogensäure und DOPA im Rahmen der vorwiegend autolytischen Vergilbungs- und Verbräunungsvorgänge in den Tabakblättern zu studieren.

Für die Versuche wurden technisch reife Tabakblätter von Freilandpflanzen (Ernte 1959, Insertionshöhe 8. bis 10. Blatt) der Varietät *Mont Calme jaune* verwendet. Die Blätter wurden bei einer Temperatur von 23° C und bei vollständiger Dunkelheit einer Kellertrocknung unterworfen. Vom 5. bis 7. Tag wurde ventiliert. Am 8. Tag war die Trocknung abgeschlossen, und die Blätter wiesen eine hellbraune Farbe auf. Die Oxydation der Chlorogensäure und DOPA wurde nach der konventionellen Warburgmethode gemessen. Um eine gleichbleibende Menge an Blattmaterial zu verarbeiten, wurde das Trockengewicht jeden Tag bestimmt. Zur Trockengewichtsbestimmung wurden 20 g Blattschnitzel (ohne Mittelrippe) bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die durch 40 ml 5%ige Trichloressigsäure (Endkonzentration) fällbaren Stickstoffverbindungen aus 5 g homogenisiertem Blattmaterial untersuchten wir nach KJELDAHL auf den Stickstoffgehalt, um ein Bild von der fortschreitenden Proteolyse zu erhalten (Fig. 1).

Aus der Trockengewichtskurve wurde vor jeder Warburg-Messung jene Menge Blattschnitzel bestimmt, die 30 g Frischmaterial am Anfang des Trocknungsversuches entsprach. Der Trockengewichtsverlust wurde vernachlässigt, da er unter den getroffenen Versuchsbedingungen eine nur untergeordnete Rolle spielt. Die Blätter (ohne Mittelrippen) wurden mit 100 ml Phosphatpuffer 0,067 mol nach SÖRENSEN pH 5,6 im Bühler-Homogenisator während 3mal 15 sec mit Pausen von 15 sec bei 2° C zerschlagen. Um das nicht aufgeschlossene Zellmaterial zu entfernen, zentrifugierte man das Homogenat bei 1000 g während 10 min. Die überstehende Lösung wurde bei 2° C dialysiert und zur Warburg-Messung verwendet.

Die Messungen (Fig. 2) ergeben, daß unsere Präparate, welche wir im Verlaufe der Tabaktrocknung herstellten, die Chlorogensäure immer weniger rasch zu oxydieren vermögen. Hingegen wird die Oxydationsgeschwindigkeit von DOPA bis zum braungelben Zustand der Tabakblätter gesteigert und fällt dann ebenfalls ab. Der verschiedene Kurvenverlauf deutet auf die Gegenwart mindestens zweier verschiedener Enzyme hin, im Gegensatz zu der früheren allgemeinen Annahme, daß die Tyrosinase allein für die Oxydation der Chlorogensäure im Tabakblatt verantwortlich sei. Die Forderung nach zwei verschiedenen Enzymen wird durch Fraktionierversuche an Pilz- und Tabakenzympräparaten von SISLER und EVANS[7]) unterstützt. Sie ist mit unserer früheren Arbeit über die Tyrosinaseaktivität in Tabaksamen[8]) vereinbar, in welcher die Oxydation von p-Cresol und DOPA, jedoch keine Bräunung der Chlorogensäure durch die gewonnenen Enzymextrakte festgestellt wurde. Der Abfall der Chlorogensäureoxydasetätigkeit unseres Präparates kann durch Enzymschädigung oder -inhibition zufolge Austrocknung, Proteolyse und Pigmentanreicherung erklärt werden. ZELITCH und ZUCKER[6]) haben für die Oxydation des Brenzkatechins, das allerdings im Tabakblatt nicht nachgewiesen ist, einen ähnlichen Kurvenverlauf erhalten. Bei der Oxydation des DOPA scheint sich der Enzymzerstörung oder -hemmung ein Aktivierungsprozeß zu überlagern. Die Oxydation von DOPA wie von anderen Phenolen wird in vitro durch Einwirkung proteolytischer Fermente auf die Tyrosinase gesteigert[9]), [10]). Wir sehen daher auch in unserem Falle durch die starke Proteolyse während der Abtrocknung der Tabakblätter eine Möglichkeit für die Aktivierung des für die Oxydation verantwortlichen Enzyms.

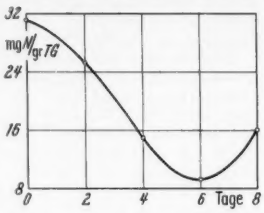


Fig. 1. Abbau der durch 5%ige Trichloressigsäure fällbaren Stickstoffbasen. Stickstoffgehalt bezogen auf 1 g Trockensubstanz (*TG*) des Blattmaterials

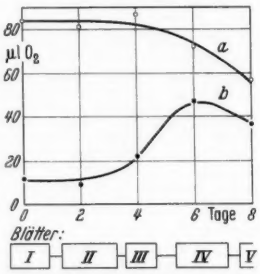


Fig. 2. Die Oxydation von Chlorogensäure (*a*) und von DOPA (*b*) während der Tabaktrocknung. Reaktionsbedingungen: 1,5 ml Dialysat; 0,5 ml 0,067 Mol Phosphatpuffer; 1 ml 0,01 Mol Chlorogensäure oder DOPA; pH 5,6; Gasphase: Luft: Temp. 30°; Reaktionsdauer 20 min. *I* Grün. *II* Gelbgrün. *III* Gelb. *IV* Braungelb. *V* Braun

Institut für Allgemeine Botanik, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich (Schweiz)

A. FREY-WYSSLING, J.W. SZARKOWSKI*) und M.L. BIRNSTIEL

Eingegangen am 12. August 1959

*) Ständige Adresse: Polnische Akademie der Wissenschaften, Institut für Biochemie und Biophysik, Warszawa, Polen.

[1]) BÄBLER, S.: Diss. ETH, Zürich 1957. — [2]) FREY-WYSSLING, A., u. S. BÄBLER: Experientia [Basel] **13**, 399 (1957). — [3]) LOTT, H.V.: Diplomarbeit ETH, Zürich 1958 (unveröffentlicht). — [4]) BIRNSTIEL, M.L.: Diss. ETH, Zürich 1959. — [5]) CHIBNALL, A.C.: Protein Metabolism in the Plant. New Haven: Yale University Press; London: Humphrey Milford, Oxford University Press 1939. — [6]) ZELITCH, I., u. M. ZUCKER: Plant Physiol. **33**, 151 (1958). — [7]) SISLER, E.C., u. H.J. EVANS: Plant Physiol. **33**, 255 (1958). — [8]) FREY-WYSSLING, A., u. J.W. SZARKOWSKI: Experientia [Basel] 1959 (im Druck). — [9]) KENTEN, R.H.: 3ème Congr. Intern. Biochim. 1955, p. 102. — [10]) SZARKOWSKI, J.W.: Bull. Acad. Polon. Sci., Cl. II **5**, 1 (1957); Acta Biochim. Polon. **4**, 129 (1957).

Der Einfluß einiger Herbicide auf die Lipaseaktivität von Aspergillus niger

Es sollte festgestellt werden, ob und in welcher Richtung die Herbicide 2-Chlor-4,6-bis (äthylamino)-s-triazin, 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure und 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure auf die lipolytische Aktivität von Aspergillus niger A 1/1 einwirken. Die Herbicide wurden in jeweils zwei, den feldmäßigen Anwendungen angeglichenen Konzentrationen dem Hansen-Nährboden zugesetzt. Die Aktivitätsmessungen erfolgten nach folgender Konventionsmethode:

Der beimpfte Nährboden blieb 10 Tage lang bei einer Temperatur von 37° C im Brutschrank. Der danach geerntete Pilzrasen wurde mit Petroläther entfettet und bei Zimmertemperatur im Luftstrom getrocknet. 0,3 g des trockenen Mycels, 0,5 g Cocosfett, 5 g Quarzsand und 2 ml n/40-Ammoniaklösung wurden zu einer Paste verrieben und 18 Std bei 37° C inkubiert. Nach Extraktion des Fettes mit Petrolbenzin (60° Sdp.) und nach Filtration der Lösung über trockenes Natriumsulfat wurde das Lösungsmittel abdestilliert. Der Rückstand wurde gewogen und in 30 ml einer säurefreien Mischung aus gleichen Raumteilen absol. Alkohols und Äther gelöst und mit n/10-Alkalilauge gegen Phenolphthalein titriert.

Die Tabelle gibt die auf 1 g Fett berechneten Werte unter Abzug der Blindwerte für das Cocosfett wieder:

Konzentration (mg/10 ml)	Laugeverbrauch (ml n/10-Alkalilauge). — Ansatz I	II	III	IV	V	Durchschnitt	Zu- bzw. Abnahme (%)
2-Chlor-4,6-bis (äthylamino)-s-triazin							
Kontrolle	7,8	8,2	8,1	7,9	8,0	8,0	
3,2 mg	4,2	4,1	3,9	4,2	4,0	4,1	−48,7
12,8 mg	2,7	2,8	2,7	3,0	2,9	2,8	−65,0
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure							
Kontrolle	8,2	8,0	8,4	8,5	8,4	8,3	
0,64 mg	5,8	5,6	5,9	5,7	5,6	5,7	−31,3
3,2 mg	4,7	4,9	5,0	4,7	4,6	4,8	−42,1
2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure							
Kontrolle	7,9	7,7	7,4	7,8	7,6	7,7	
0,64 mg	8,6	8,9	8,7	9,0	8,9	8,8	+14,2
3,2 mg	9,5	9,8	9,9	9,7	9,3	9,6	+24,6

Die Herbicide 2-Chlor-4,6-bis (äthylamino)-s-triazin und 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure bewirken mit steigender Konzentration eine zunehmende Hemmung der Lipaseaktivität von Aspergillus niger. Die 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure dagegen ruft keine Hemmung hervor, sondern zeigt im Gegenteil eine deutliche Stimulation der Schimmellipase. Hemmung und Förderung stehen nicht mit der angewandten Substanzmenge in einem bestimmten Verhältnis.

Institut für Botanik der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. K. Vorderberg)

Gisbert Kunert

Eingegangen am 1. September 1959

Die Infektiosität der Ribonukleinsäure aus *Smithiavirus pudibundae*

Nachdem es Gierer und Schramm[1]) beim TMV und Wecker und Schäfer[2]) beim EEE-Virus gelungen ist, die Infektiosität des RNS-Anteils dieser Viren nachzuweisen, wurde versucht, den Nukleinsäure-Anteil kugelförmiger Insektenviren *(Genus Smithiavirus)* ebenfalls infektionstüchtig zu extrahieren. Dieser enthält nach früheren Untersuchungen von Krieg[3]) an *Smithiavirus pudibundae* nur Ribonukleinsäure (=RNS). Zur Extraktion wurde die von Gierer und Schramm inaugurierte Phenol-Technik im Anschluß an eine Alkali-Hydrolyse des Polyederproteins durchgeführt.

Methodik. Es wurden 0,1 g hochgereinigter zytoplasmatischer Polyeder von *Smithiavirus pudibundae* Krieg und Langenbuch[4]) mit 20 ml einer Mischung von 0,1 m Na_2CO_3 + 0,05 m NaCl versetzt. Nach 15 min wurden 100 cm³ Aqua dest. zugegeben und die unveränderten Polyeder bei 4000 g abzentrifugiert. Der Überstand wurde weitere 75 min bei 30000 g zentrifugiert. Das Sediment (5 mg) enthielt dann die kugelförmigen Virusteilchen von etwa 40 mμ Durchmesser. — Die Virusteilchen wurden in 1 ml Wasser aufgenommen und mit dem gleichen Volumen wassergesättigten Phenols kräftig geschüttelt (8 min bei 4° C). Durch Zentrifugieren, 1 min bei 15000 g, wurden die Phasen getrennt und die RNS-haltige wasserreiche Phase zur weiteren Phenolextraktion abpipettiert. Zwei weitere Extraktionen wurden je 2 min lang ebenfalls bei 4° C durchgeführt. Anschließendes 6maliges Ausschütteln mit Äther beseitigte aus der RNS-haltigen wäßrigen Phase das Phenol. — Bei den Versuchen mit RN-ase wurde das Enzym in einer Konzentration von 20 γ/ml bei 5° C 10 min auf die Präparate einwirken lassen.

Tierversuche. Da sich auch *Lymantria dispar* (L.) gegen die zytoplasmatischen Polyeder aus *Dasychira pudibunda* (L.) empfindlich erwies, wurde diese Art im 3. Raupenstadium als Wirt verwendet. Die LD_{50} von *Smithiavirus pudibundae* für dieses Wirtstier beträgt etwa $5 \cdot 10^4$ Polyeder/Tier. Nach kurzer Hungerpause wurden die Tiere mittels Glassonden an einer „Agla"-Mikrometer-Syringe zwangsgefüttert. Es wurden 50 bzw. 25 Raupen, die mit Blättern des Apfelbaums (*Pirus malus* L.) gefüttert wurden, für einen Ansatz benutzt. Die Versuchstemperatur betrug 20 bis 22° C.

Ergebnisse. Bei Verwendung der nativen Polyeder starben etwa 85% der Tiere innerhalb 8 bis 10 Tagen bei einer Dosis von etwa 10^6 Polyeder/Tier. Die aus den Polyedern isolierten Viren von entsprechender Dosis erbrachten eine Reduktion des Infektionserfolges auf etwa 50%. Bei Anwendung des RNS-Extraktes (in einer 10^4fachen Konzentration im Vergleich zu der Dosis der beiden vorhergehenden Versuche) wurde hingegen nur eine Absterberate von etwa 30% durch Polyedrose erzielt. Während die freien Virusteilchen bei 37° C ihre Aktivität erst innerhalb von 6 Tagen verloren, hatte das RNS-Präparat seine Infektiosität unter den gleichen Bedingungen bereits nach 30 min verloren. Die Wirksamkeit der verschiedenen Präparate kann aus der Tabelle entnommen werden. Die Provokation einer latenten Virose des Tiermaterials kann weitgehend ausgeschlossen werden, da in den unbehandelten Kontrollen keine Polyedrose auftrat, auch dann nicht, wenn Provokationsmittel (wie z.B. NaF) angewandt wurden.

Tabelle. *Infektiosität von Polyedern, Virusteilchen und RNS*

Präparat	Dosis[a])	Tierzahl[b])	gest.[c])	p in % [d])
Kontrolle, unbehandelt . .	0	50	0	00; 08
Native Polyeder (1 Jahr alt)	10^6	50	43	73; 95
Virusteilchen daraus (f. p.) .	10^6	50	24	33; 63
Virus-RNS daraus (f. p.) [e]) .	10^{10}	50	14	15; 43
Virus + RN-ase	10^7	25	20	59; 94
Virus 3 Std bei 37° C . . .	10^7	25	22	68; 98
Virus 3 Tage bei 37° C . .	10^7	25	6	09; 46
Virus 6 Tage bei 37° C . .	10^7	25	0	00; 14
Virus-RNS + RN-ase . . .	10^{11}	25	0	00; 14
Virus-RNS 3 Std bei 37° C	10^{11}	25	0	00; 14

a) Dosis (Polyeder pro Raupe). — b) Anzahl der Versuchstiere. — c) Zahl der an Polyedrose gestorbenen Raupen. — d) Wirksamkeit p in % (Konfidenzgrenze für $\alpha = 0{,}05$). Angegeben werden die untere und die obere Grenze für p. — e) f. p. = frisch präpariert.

Einwirkung von RN-ase bewirkt keinerlei signifikante Inaktivierung der isolierten Virusteilchen, wohl aber eine vollständige Inaktivierung der ihrer schützenden Proteinhülle beraubten Virus-RNS. Hieraus wird geschlossen, daß das infektiöse RNS-Präparat keine intakten Virusteilchen mehr enthielt.

Es konnte somit auch bei kugelförmigen Insektenviren speziell für *Smithiavirus pudibundae* nachgewiesen werden, daß allein der Nukleinsäure-Anteil der Viren die gesamte genetische Information trägt; denn nur er ist nötig, um in den empfindlichen Wirtszellen außer der Reproduktion von Virus-Nukleinsäure selbst auch die von Virusprotein und Polyederprotein zu induzieren.

Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt

Aloysius Krieg

Eingegangen am 28. August 1959

[1]) Gierer, A., u. G. Schramm: Z. Naturforsch. 11b, 138 (1956). [2]) Wecker, E., u. W. Schäfer: Z. Naturforsch. 12b, 415 (1957). — [3]) Krieg, A.: Naturwiss. 43, 537 (1956). — [4]) Krieg, A., u. R. Langenbuch: Arch. Virusforsch. 7, 18 (1956).

Comparison of Enzymes of Sugar Metabolism in Two Photosynthetic Algae: Anacystis Nidulans and Chlorella Pyrenoidosa

KRATZ and MYERS[1]) found in the blue-green alga, *Anacystis nidulans*, an organism having a pronounced obligate photoautotrophic character. This organism shows little respiration and a very limited response to exogenous organic substrates, but grows vigorously by means of normal photosynthesis. Hence, it seemed to us a particularly useful organism to test the presence of enzymes supposed to be involved in the photosynthetic carbon cycle. The unusual low rate of dark respiration is in itself an interesting feature and invites the investigation of the enzymes involved. *Chlorella pyrenoidosa* has an outspoken respiration and can grow heterotrophically with glucose in the dark. We chose it, therefore, as a "control" organism to find out possible differences in the enzymatic pattern of the two organism.

Anacystis nidulans (DROUET, KRATZ and ALLEN's strain) was grown bacteria-free according to KRATZ and MYERS[1]); *Chlorella pyrenoidosa* (Marburg strain) was cultivated in a medium described earlier[2]).

Two methods were used to disrupt the cells: sonic oscillation of cell suspensionen, and grinding a wet cell paste with "ALCOA A 301". Acetone powder extracts yielded extremly low activities and were, therefore, discontinued. Triethanolamin-HCl-buffer[3]) (p_H 7·6; m/20) was used as suspending medium. Particle-free extracts were obtained by centrifugation of the fragmented material at 18,000 and 100,000 g. They were examined first for enzyme activities. Solid ammonium sulfate was added and the precipitations formed at 60% and 90% saturation were collected, resuspended in buffer and dialyzed against diluted buffer for 5 hours. After centrifugation of these samples the resulting clear solutions were immediately assayed by the optical test for the following enzymes: glucose-6-phosphate- and 6-phosphogluconate-dehydrogenase[4a]); phosphoriboseisomerase + transketolase[4b]); transaldolase[4b]); phosphoglucoisomerase[4c]); trioseisomerase[4d]); aldolase[3]). D-glyceraldehyde-3-phosphate-dehydrogenase was measured by following the oxidation of TPN-H or DPN-H in a system containing 3-phosphoglyceric acid, 3-phosphoglyceric kinase, and ATP[3]). One unit of enzyme activity is defined as a change of 0·1 in optical density at 340 mμ in 100 secs. in a test volume of 1·0 ml ($d = 1·0$) at 25° C[3]). Specific activity is expressed as units/mg. protein. Protein was determined by a modification of the method of LOWRY et al.[5]). Ribulokinase + carboxylating enzyme activity was measured by C^{14} fixation in the presence of ribose- and ribulose-5-phosphate and ATP[6]); the formation of PGA was proved enzymatically. All values given in the Table represent the typical result of one of a series of experiments.

Table. *Comparison of enzyme activities in ammonium sulfate fractions obtained from particle-free extracts of the blue-green alga, Anacystis nidulans, and the green alga, Chlorella pyrenoidosa, at 60% (Fraction I) and 90% (Fraction II) saturation.* Activity expressed as units/mg. protein. (nil: no activity; 0: less than 0·01 unit activity; —: not tested)

	Anacystis		*Chlorella*	
	I	II	I	II
Glucose-6-phosphatedehydrogenase	335	0	13	0
6-Phosphogluconatedehydrogenase	59	0	1	0
Phosphoriboisomerase + Transketolase	8·4	59	0·3	0·9
Phosphoglucoisomerase	89	0	0·6	0
Trioseisomerase	940	9800	2900	23200
Aldolase	nil	nil	4340	185
Glyc.-3-phosph.dehydr., TPN[a])	4·5	3·9	1·6	2·3
Glyc.-3-phosph.dehydr., DPN[a])	—	2·5	1·3	5·1
Transaldolase	1·1	0	—	0·02
Ribulokinase + Carboxylating enzyme	7·6[b])	—	11[b])	—

a) Glyceraldehyde-3-phosphatedehydrogenase, TPN specific, resp. DPN specific. — b) $C^{14}O_2$ fixed per 100 mg. protein in 1 minute (in cpmx 10^3).

The most conspicuous and unexpected finding is the complete lack of (diphosphofructose-) aldolase in *Anacystis* under the conditions described. To exclude the possibility that it is attached to one of the particle fractions, these were also examined; no activity, however, could be found. Zn, Mn and Fe ions which are required for the activity of certain aldolases were without any effect. The activity of muscle and *Chlorella* aldolase was not influenced by addition of *Anacystis* extracts; this result shows that the lack of aldolase activity in *Anacystis* is not due to the presence of an inhibitor in the preparations.

Aldolase is supposed to be responsible for the formation of fructose-diphosphate from two molecules of triosephosphate in the photosynthetic cycle. Its absence forces us to conclude that in *Anacystis* hexoses are formed by a different mechanism. Furthermore, if fructose-diphosphate is not provided by a $C_3 + C_3$ condensation, it cannot serve as substrate for a subsequent seduheptulose-7-phosphate formation.

In *Anacystis* the pentosephosphate cycle seems to be the only pathway for the degradation of hexoses — this might explain the very low dark respiration. In *Chlorella*, however, sugar anabolism could proceed either via glycolysis or, to a more limited extend, via pentosephosphate cycle. The results obtained with *Chlorella* confirm earlier findings of similar investigations on another *Chlorophyceae* alga; cell-free preparations from *Hydrodictyon reticulatum* contained both aldolase and glucose-6-phosphate-dehydrogenase[7]).

Further results and details will be given in a later publication.

This work has been supported by a fellowship from the Deutsche Forschungsgemeinschaft and by O.N.R., Contract No. NONR-432 (00).

Departement of Biochemistry (Fels Fund), University of Chicago, Research Institutes, Chicago 37/Illinois

GERHARD RICHTER

Eingegangen am 5. September 1959

[1]) KRATZ, W.A., and J. MYERS: Amer. J. Bot. **42**, 282 (1955). — [2]) BISHOP, N., and H. GAFFRON: Biochim. Biophys. Acta **28**, 35 (1956). — [3]) BEISENHERZ, G. et al.: Z. Naturforsch. **8b**, 555 (1953). — [4]) Methods in Enzymology, vol. I, edit. by S.P. COLOWICK and N.O. KAPLAN. New York: Academic Press 1955; papers of a) R.D. DEMOSS; b) B.L. HORECKER and P.Z. SMYRNIOTIS; c) M.W. SELIN; d) G. BEISENHERZ. — [5]) LOWRY et al.: J. Biol. Chem. **193**, 265 (1951). — [6]) JACOBY, W.B., C.D. BRUMMOND and S. OCHOA: J. Biol. Chem. **218**, 811 (1956). — [7]) RICHTER, G.: Z. Naturforsch. **12b**, 662 (1957).

Über den Einfluß des Sorbits auf den Thiamin-Haushalt der Ratte

Die erstmals von MORGAN und YUDKIN[1]) über die „Vitamin-sparende Wirkung" von oral verabfolgtem Sorbit an Ratten erhobenen Befunde haben weit über Fachkreise hinaus Beachtung gefunden. Einander widersprechende Resultate der Nachuntersucher[2]),[3]) und die gegen die angewandte Methodik zu erhebenden Bedenken veranlassen uns, schon jetzt über unsere bisherigen Versuche zu berichten, die eindeutige Aussagen über die Wirkung des Sorbits auf den Thiaminhaushalt bei der Ratte zulassen. Ausführlich wird über diese Versuche an anderer Stelle berichtet werden nach Abschluß weiterer, unter Einbeziehung anderer B-Vitamine durchgeführter Versuchsreihen.

Unsere Einwände gegen die bisherige Methodik betreffen die Möglichkeit zur Koprophagie[2]) und den Zusatz von Cellulose zur Nahrung[3]); denn Cellulose ist ebenfalls imstande, eine gesteigerte intestinale Vitaminsynthese und damit eine gesteigerte Ausscheidung von B-Vitaminen im Harn zu bewirken[4]).

In unseren Versuchen wurden die Versuchstiere (männliche Ratten, Stamm Wistar) in Stoffwechsel-Einzelkäfigen gehalten, in denen Harn und Kot getrennt gesammelt werden können und durch deren Konstruktion eine Koprophagie unmöglich ist. Das cellulosefreie Futter hatte folgende Zusammensetzung: *Normalkost* für die Kontrolltiergruppe: 68% Saccharose, 18% vitaminfreies Casein, 10% Erdnußöl (durch Erhitzen devitaminisiert), 4% Salzmischung, durch Zusatz von 16 Vitaminen vervollständigt. *Thiaminfreie Kost:* Wie vorstehend, jedoch ohne Thiamin. *Sorbit-haltige Kost:* Wie thiaminfreie Kost, jedoch 11,5% Saccharose durch 11,5% Sorbit*) ersetzt.

Die Ausscheidung an Gesamt-Thiamin im Harn wurde mikrobiologisch mittels des *Lactobacillus fermenti* ATCC 9338 bestimmt[5]) nach Spaltung der Cocarboxylase durch Taka-Diastase[6]). Die Faekalflora und die Zusammensetzung der Darmflora nach Tötung der Tiere wurden quantitativ nach der Vorschrift von HAENEL und KUNDE[7]) unter Verwendung von *Difco*-Selektivnährböden untersucht.

Wie aus den Gewichtskurven der Tiere einer Versuchsreihe (Fig. 1) hervorgeht, wird durch Zulage von 11,5% Sorbit

zu einer thiaminfreien, cellulosefreien Nahrung auch bei Ausschaltung einer Koprophagie ein normales Wachstum von Ratten gewährleistet. Zeichen eines Thiamin-Mangels wurden bei diesen „Sorbittieren" nie beobachtet, während die ohne Thiamin und ohne Sorbit ernährten Tiere 5 bis 6 Wochen nach Thiaminentzug im Zustand eines schweren Thiaminmangels getötet wurden.

Daß der Thiaminbedarf bei den „Sorbittieren" tatsächlich gedeckt ist, beweisen die Bilanzen, die auf Grund der Thiaminausscheidung im Harn aufgestellt wurden. Vom 25. Versuchstage ab, also einem Zeitpunkt, an dem die Thiaminmangel-Tiere bereits einen Gewichtsabfall aufwiesen, bis zum Versuchsende schieden im Mittel im Harn aus:

Normale Kontrolltiere	$33{,}8 \pm 10{,}3$	µg Thiamin/ Tier/24 Std
thiaminfrei ernährte Tiere	$0{,}16 \pm 0{,}15$	
thiaminfrei mit 11,5% Sorbit ernährte Tiere	$2{,}00 \pm 1{,}33$	

Während dieses Zeitraumes nahmen die normalen Kontrolltiere durchschnittlich 240 µg Thiamin pro Tier und Tag

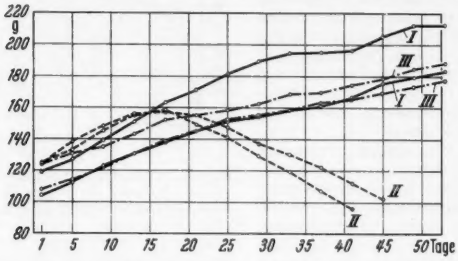


Fig. 1. Körpergewicht von Ratten bei Ernährung mit *I* vollwertigem Futter; *II* Thiamin-freiem Futter; *III* Thiamin-freiem Futter mit Zusatz von 11,5% Sorbit. *Abszisse:* Versuchszeit in Tagen; *Ordinate*: Körpergewicht in Gramm

mit der Nahrung auf; die Ausscheidung im Harn betrug demnach im Mittel 14% der zugeführten Menge. Legt man bei den „Sorbittieren" eine gleiche Relation zugrunde, so läßt sich aus der Ausscheidung ein intestinales Thiaminangebot von mindestens 14 µg pro Tier und Tag berechnen. Der aus dem Körpergewicht errechnete tägliche Bedarf betrug dagegen nur etwa 5,2 µg pro Tier[8]). Bei Verfütterung von Sorbit kann der Bedarf an Thiamin bei Ratten demnach durch eine enterale Synthese voll gedeckt werden.

Als wahrscheinliche Ursache für die unter Sorbiteinfluß gesteigerte intestinale Vitamin-Synthese wurde eine Änderung der Darmflora diskutiert[1]),[2]), obwohl sich eine solche Änderung bisher nicht hat nachweisen lassen. Auch die von uns gefundenen Veränderungen der Faekalflora erscheinen noch nicht genügend gesichert, um aus ihnen eine Erklärung ableiten zu können. Als einziger, auffälliger Befund wurde unter Sorbiteinfluß eine starke Abnahme der aeroben Enterokokken im Kot festgestellt, deren mögliche Bedeutung erst nach weiterer Bestätigung erörtert werden soll. Die kulturelle Untersuchung des Darminhaltes ließ bei den „Sorbittieren" in keinem Darmabschnitt sichere Abweichungen erkennen. Bemerkenswert erscheint jedoch, daß im mikroskopischen Bild der Nativpräparate, insbesondere des Caecalinhaltes, bei den „Sorbittieren" jeweils *eine* Keimart ganz dominierte. Die Diskrepanz zwischen mikroskopischem und kulturellem Befund läßt Zweifel darüber aufkommen, ob es mittels der heute verfügbaren Differenzierungsnährböden überhaupt möglich sein wird, quantitative Änderungen in der Zusammensetzung der Darm- oder Faekalflora zu erfassen, zumal weniger als 1% der mikroskopisch zählbaren Faekalkeime als zur Zeit kultivierbar angegeben werden[7]).

Sollte sich eine Änderung der Zusammensetzung der Darmflora unter Sorbitwirkung auch in Zukunft nicht sicherstellen lassen, so muß die in allen bisherigen Sorbitversuchen[1]),[2]) festgestellte und auch von uns bestätigte, etwa dreifache Vergrößerung des Caecums mit starker absoluter Zunahme der Gesamtkeimzahl ursächlich für die gesteigerte intestinale Vitaminsynthese verantwortlich gemacht werden. Wenn der Sorbiteffekt auf diesen erhöhten Keimgehalt in den vergrößerten Blinddärmen zurückzuführen ist, muß die Stimulierung der intestinalen Vitaminsynthese durch eine vorherige Exstirpation des Caecums unterbunden werden können. Entsprechende Versuche sind in Vorbereitung.

Physiologisch-chemisches Institut und Hygiene-Institut der Universität, Göttingen

S. Hollmann, W. Schiek, U. Herlyn und E. Thofern

Eingegangen am 13. August 1959

*) Für die Überlassung von reinstem, kristallisiertem Sorbit möchten wir den *Deutschen Maizena-Werken*, Hamburg, unseren Dank aussprechen.

[1]) Morgan, T.B., u. J. Yudkin: Nature [London] **180**, 543 (1957). — [2]) Haenel, H., H. Ruttloff u. H. Ackermann: Biochem. Z. **331**, 209 (1959). — [3]) Mehnert, B., H. Mehnert u. K. Stuhlfauth: Klin. Wschr. **36**, 1029 (1958). — [4]) Nagayama, K., u. A. Fujita: J. Vitaminol. (Tokyo) **3**, 24 (1957). — [5]) Sarett, H.P., u. V.H. Cheldelin: J. Biol. Chemistry **155**, 153 (1944). — [6]) Snell, E.E.: In P. György, Vitamin Methods [New York] **1**, 327 (1950). — [7]) Haenel, H., u. Ch. Kunde: Zbl. Bakteriol., Abt. I, Orig. **165**, 107 (1956). — [8]) Williams, R.R.: Ergebn. Vitamin- u. Hormonforsch. **1**, 213 (1938).

Die Beeinflussung der Acetylcholinreizung peripherer Nervenendigungen durch 5-Hydroxytryptamin und Lysergsäurediäthylamid

In Fortführung unserer Versuche über die Beeinflussung der Acetylcholinwirkung an Interorezeptoren peripherer Gefäßgebiete durch Phenylalkylamine[1]) berichteten wir bereits, daß sich durch 5-Hydroxytryptamin (5-HT)*) eine ähnliche Sensibilisierung der Interorezeptoren gegenüber Acetylcholin (Ach) erzielen läßt wie durch Adrenalin und Noradrenalin[2]). Nachdem wir nun auch an anderen Afferenzen, wie z.B. an den sensiblen Nervenendigungen der Meerschweinchenkonjunktiva, die Beeinflussung der Ach.-Wirkung durch Phenylalkylamine erneut beobachtet hatten, lag es nahe, mit der gleichen Methode auch die Wirkung von 5-HT zu untersuchen. Der Versuchsanordnung lag eine Mitteilung von Jancso[3]) zugrunde, wonach das Einbringen von Ach.-Lösung in den Konjunktivalsack von Meerschweinchen einen reflektorischen Lidschluß hervorruft, dessen Dauer dem log der Konzentration proportional ist. Diese Ach.-Wirkung ließ sich pharmakologisch in ähnlicher Weise beeinflussen wie diejenige an ganglionären Synapsen, was sich auffällig mit unseren Beobachtungen an anderen Afferenzen deckt.

Wird nun vor dem Einbringen von Ach. in den Konjunktivalsack ein Tropfen einer 5-HT-Lösung eingeträufelt, so kommt es zu einer Verlängerung der Lidschlußdauer:

	Ach., 10^{-3} g/ml	5-HT, dann Ach., je 10^{-3} g/ml
Lidschlußdauer	14,7 sec	22,2 sec

Die Versuche wurden in mehreren Versuchsreihen an 40 Tieren durchgeführt, die Prüfung der Differenzen auf 99% Sicherheit erfolgte mittels *t*-Test, sie erwies sich als hoch signifikant. Es zeigte sich weiter, daß schon wesentlich geringere Konzentrationen von 5-HT verlängernd auf den Ach.-Effekt wirken; noch mit $2{,}5 \cdot 10^{-6}$ g/ml ließen sich Verlängerungen der Lidschlußdauer erreichen. 5-HT allein hatte auch in der höchsten angewandten Konzentration von 10^{-3} g/ml keinen Lidschluß zur Folge. Im Hinblick auf den bekannten Antagonismus zwischen 5-HT und Lysergsäurediäthylamid (LSD)**) untersuchten wir auch den Einfluß von LSD auf den oben beschriebenen Effekt von 5-HT. Wir konnten feststellen, daß auch am vorliegenden biologischen Objekt eine derartige antagonistische Beziehung besteht. Das Einträufeln von 10^{-5} g/ml LSD vor oder nach dem Einbringen von 5-HT vermochte dessen verlängernde Wirkung auf den Ach.-Effekt vollständig aufzuheben. Diese Ergebnisse wurden mit einer Methode erhalten, die neben ihrer Einfachheit und Möglichkeit guter statistischer Auswertung den Vorteil besitzt, daß sie an unerregten, nicht narkotisierten Tieren ohne irgendeinen sonstigen Eingriff durchgeführt wird. Wir konnten somit eine Bestätigung unserer Ergebnisse an anderen cholinosensiblen Nervenstrukturen erreichen. Sie legen den Gedanken nahe, daß 5-HT im Zentralnervensystem nicht die Rolle eines Überträgerstoffes spielt, sondern vielmehr der Feinsteuerung bestimmter cholinergischer Synapsen dient. Im Hinblick auf die Befunde, die wir selbst bei der Beeinflussung von cholinosensiblen Nervenstrukturen durch Phenylalkylamine erhalten hatten[4]) und die durch zahlreiche, noch nicht in diesem Zusammenhang diskutierten Ergebnisse anderer Autoren

gestützt werden, ist auch die Bedeutung des Noradrenalins im ZNS in dieser Richtung zu prüfen.

Pharmakologisches Institut der Medizinischen Akademie, Magdeburg (Direktor: Prof. Dr. med. H. MATTHIES)

H. MATTHIES und W. SZIEGOLEIT

Eingegangen am 2. September 1959

*) 5-HT (Hoffmann-La Roche & Co., Basel).
**) LSD (Sandoz A.-G., Nürnberg).

[1]) MATTHIES, H., B. WIEGERSHAUSEN, G. OTTO u. G. SCHOLZ: Arch. exp. Path. Pharmakol. **229**, 544 (1956). — [2]) MATTHIES, H., u. S. MATTHIES: Acta biol. med. Germanica **1**, 361 (1958). — [3]) JANCSO, N.: Acta physiol. [Budapest] **11** (Suppl.) 11 (1957). — [4]) MATTHIES, H.: Naturwiss. **44**, 39 (1957).

Kinetische Messungen zur O-Demethylierung durch Lebermikrosomen und zu ihrer Hemmung durch SKF 525-A

Seit den Untersuchungen des Arbeitskreises um BRODIE[1]) über die Potenzierung von Arzneiwirkungen durch SKF 525-A (Diphenylpropylessigsäureester des Diäthylaminoäthanols) ist es bekannt, daß Lebermikrosomen ein Enzymsystem enthalten, welches den Abbau einer Reihe chemisch nicht verwandter Pharmaka katalysiert. Das System benötigt TPNH und Sauerstoff; sein physiologisches Substrat ist nicht bekannt. Von den verschiedenen durch Mikrosomen katalysierten Reaktionen wie Seitenkettenoxydation, Desaminierung, Desalkylierung hat neuerdings die Demethylierung und vor allem die O-Demethylierung besondere Beachtung gefunden. Alle genannten Reaktionen werden durch den relativ einfach gebauten Ester SKF 525-A gehemmt. Diese Tatsache deutet darauf hin, daß ein gemeinsamer Reaktionsschritt für alle Abbauwege in der vermutlich komplizierteren Kette von Reaktionen existieren muß.

Wir haben versucht, diesen Schritt durch kinetische Messungen, die eine Bestimmung des Hemmungstyps erlauben, näher zu charakterisieren. Dies geschah auf die übliche Weise[2]) durch Messung der maximalen Demethylierungsgeschwindigkeit von o-Nitroanisol (oNA) bei verschiedenen Substrat- und Inhibitorkonzentrationen. Wir wählten die Demethylierung von oNA zu o-Nitrophenol deshalb als Indikator für die enzymatische Aktivität der Mikrosomen, weil o-Nitrophenol sich ohne weiteres bei 430 mμ spektrophotometrisch messen läßt, während das oNA bei der Wellenlänge nicht absorbiert. Die Extinktionszunahme wird im allgemeinen jede Minute für die Dauer von etwa 20 min abgelesen. Diese Methode ermöglicht eine rationelle Verfolgung der Demethylierungsgeschwindigkeit und damit gleichzeitig auch eine vergleichende Beurteilung der enzymatischen Aktivität von Lebermikrosomen. Die Identität des Reaktionsproduktes mit o-Nitrophenol wurde papierchromatographisch und durch Vergleich der Absorptionsspektren gesichert. Die Reduktion der Nitrogruppe durch die Nitroreduktase verhinderten wir nach FOUTS und BRODIE[3]) durch Sauerstoffsättigung des Versuchsansatzes. Die Mikrosomen erhielten wir durch fraktioniertes Zentrifugieren von Rattenleberhomogenaten in isotonischer Saccharoselösung, die Versen (EDTA) und TRIS-Puffer (p_H 7,4) enthielt[4]). Der Versuchsansatz von 2 ml bestand aus 2 mg Mikrosomenprotein in m/15 Phosphatpuffer (p_H 7,9); dieser enthielt außerdem Sauerstoff, Nicotinamid, das übliche TPNH-regenerierende System aus Glukose-6-Phosphat und Zwischenferment sowie verschiedene Substrat- bzw. Inhibitorkonzentrationen (von $2 \cdot 10^{-4}$ bis $2 \cdot 10^{-3}$ m bzw. von $0{,}5 \cdot 10^{-4}$ bis $2 \cdot 10^{-4}$ m). Die Reaktionstemperatur betrug 37,5° C und die Zeit, während der die Maximalgeschwindigkeit konstant blieb, etwa 10 min. Die Extinktion wurde gemessen gegen eine Vergleichsküvette desselben Inhalts, jedoch ohne TPN.

Das typische Lineweaver-Burk-Diagramm zeigt, daß eine klare *nicht-kompetitive* Hemmung vorliegt. Die Michaelis-Konstante K_M für oNA ergab sich zu $8 \cdot 10^{-4}$ m; die Inhibitorkonstante K_I ist etwa 10mal kleiner. Dieses Ergebnis spricht dafür, daß es sich bei der SKF 525-A-Hemmung nicht um einen unspezifischen oder irreversiblen Vorgang handelt, sondern um die gesetzmäßige Hemmung höchstwahrscheinlich eines einzelnen Enzymschrittes.

Hier sei bemerkt, daß die Potenzierung der biologischen *Procainwirkung* durch SKF 525-A auf einem *anderen* Mechanismus beruht. Wie früher gezeigt werden konnte[5]), handelt es sich bei der Hemmung der durch Plasmacholinesterase katalysierten Procainspaltung in p-Aminobenzoesäure und Diäthylaminoäthanol um eine eindeutige und aus der ähnlichen Struktur von Substrat und Inhibitor leicht verständlichen *Verdrängungshemmung*.

Pharmakologisches Institut der Universität, Hamburg (Direktor: Prof. Dr. G. MALORNY)

K. J. NETTER

Eingegangen am 2. September 1959

[1]) Vgl. BRODIE, B. B.: J. Pharm. (Lond.) **8**, 1 (1956). — [2]) LINEWEAVER, H., u. D. BURK: J. Amer. Chem. Soc. **56**, 658 (1934). — DIXON, M.: Biochemic. J. **55**, 170 (1953). — [3]) FOUTS, J. R., u. B. B. BRODIE: J. Pharmacol. Exp. Therapeut. **119**, 197 (1957). — [4]) LEYBOLD, K., u. HJ. STAUDINGER: Biochem. Z. **331**, 389 (1959). — [5]) NETTER, K. J.: Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Path. Pharmak. **215**, 498 (1959).

Ein Beitrag zur Aufgabe des Nervensystems bei der Steigerung des O_2-Verbrauches im Verlauf der Bestrahlung

In früheren Arbeiten[1]),[2]) berichteten wir über die Steigerung des O_2-Verbrauches während der Bestrahlung bei Ratten, Kaninchen und Kücken, die mit 10 bis 50 r/min bestrahlt wurden. Die Steigerung des O_2-Verbrauches erhöhte sich schon während der ersten Minute der Bestrahlung, wonach man wahrscheinlich einen Reflex-Mechanismus für die beobachtete Respirationsreaktion voraussetzen kann.

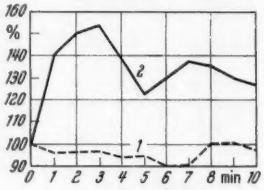


Fig. 1. Sauerstoffverbrauch bei Ratten während der Bestrahlung. *1* Chordotomierte bestrahlte Ratten. *2* Simultan operierte bestrahlte Ratten. *Abszisse:* Dauer der Bestrahlung in Minuten. *Ordinate:* O_2-Verbrauch (in Prozent)

Wir wollten jetzt näher die Bedeutung des Nervensystems für die beobachtete Steigerung des O_2-Verbrauches klären. Versuchstiere waren 40 weiße männliche Wistar-Ratten. Bei 30 Ratten wurde die Chordotomie auf dem Niveau des 5. Brustwirbels (I. Gruppe) durchgeführt; 20 Ratten dieser Gruppe wurden bestrahlt, die übrigen 10 Ratten wurden nur gemessen. Das Messen und die Bestrahlung der operierten Ratten fand am 5. Tage nach der Operation statt, als die Rückenmarkreflexe im kaudalen Teile des Rückenmarks (unter der Läsion) erneut auftraten. Bei 10 Ratten wurde die Simultanoperation, aber ohne Chordotomie durchgeführt (II. Gruppe). Die Ratten wurden mit 50 r/min total bestrahlt. Bestrahlung und Messen erfolgten nach [1]).

Wie Fig. 1 zeigt, erhöhen die Ratten der I. Gruppe (Kurve 1) den O_2-Verbrauch nicht, während der O_2-Verbrauch der Kontrollgruppe (Kurve 2) schon von der ersten Minute der Bestrahlung ab erhöht wird. Wir betrachten dies als einen Beweis dafür, daß die Chordotomie die Steigerung des O_2-Verbrauches bei den bestrahlten Ratten verhindert. Die Rückenmarkreflexe werden in dem kaudalen Teil erneuert, genügen aber zur Erhöhung des O_2-Verbrauches nicht. Auch der vordere Teil des Körpers zusammen mit dem Zentralnervensystem, der anatomisch intakt ist, ist nicht imstande, bei Beschädigung der aus der Peripherie kommenden Nervenwege nach der Ganzkörperbestrahlung den totalen O_2-Verbrauch des bestrahlten Organismus zu erhöhen.

Es ist daher klar, daß für die Erhöhung des O_2-Verbrauchs bei der Bestrahlung die Erhaltung der Verbindung zwischen Peripherie und Zentralnervensystem nötig ist. Wir nehmen an, daß die Bestrahlung in den Organen und Geweben Veränderungen hervorruft, die auf die peripheren Rezeptoren wirken und durch den Reflexweg den totalen O_2-Verbrauch erhöhen. Die Störung des Reflexbogens hat zur Folge, daß sich der O_2-Verbrauch bei den bestrahlten Ratten nicht erhöht.

Biophysikalisches Institut der Tschechoslovakischen Akademie der Wissenschaften, Brno

ANTONÍN VACEK

Eingegangen am 3. August 1959

[1]) VACEK, A.: Nature [London] 1959 (im Druck). — [2]) VACEK, A., u. L. NOVÁK: Physiologia Bohemoslovenica 1959 (im Druck).

Relative individuelle Strahlenempfindlichkeit der Frühformen von Plastiden bei Leguminosen

Samen von Pisum sativum (Sorte: Kleine Rheinländerin), im Trockenzustand mit Röntgenstrahlen (20 mA, 150 kV) und Dosen zwischen 400 und 12000 r bestrahlt und anschließend

ausgesät, erfahren dosisabhängig nur eine relativ geringe mitotische Beeinträchtigung. Die Keimfähigkeit sinkt bei den höheren Dosen um etwa 20%. Störungen von Wachstum und Entwicklung beschränken sich bei den niederen und mittleren Dosen bei Streuung der Erscheinungsbilder weitgehend auf die Frühstadien der phänotypischen Gestaltung.

Von etwa 1000 r an und mit steigender Dosis an Stärke zunehmend, weisen alle Jungpflanzen Störungen ihres Plastidenapparates dergestalt auf, daß ein Teil der Chloroplasten morphologisch gestört erscheint und die Blätter nicht normal ergrünen. Es resultiert eine Mosaikpanaschüre über das Spektrum von Normalgrün bis Weiß, die bei Strahlendosen bis etwa 5000 r die Frühestblätter, bei höheren Dosen zum Teil auch noch Blätter auf einem mittleren Entwicklungszustand der Pflanzen erfaßt. Im Zuge der weiteren Entwicklung regulieren die Pflanzen die Störungen zumeist aus.

Phaseolus vulgaris (Sorte: Immuna) zeigt bei etwas abweichendem Bilde der Panaschüre sowie der Strahlenempfindlichkeit ein ähnliches Verhalten.

Die Befunde lassen auf eine Strahlensensibilität der Proplastiden schließen, die wesentlich stärker ist als die Strahlenempfindlichkeit des photosynthetischen Apparates[1]) und die wohl auch die Strahlenempfindlichkeit des bisher untersuchten enzymatischen Geschehens in isolierten Chloroplasten übertrifft[2]). Als direkt oder indirekt strahlenempfindlich wird der Ruhezustand der Proplastiden mit Nachwirkung der Strahlenschädigung bei den Vorgängen der Vermehrung und Frühentwicklung dieser Strukturen angesprochen. Diese Vorgänge führen morphologisch zu zwergig-verkrüppelten, verklumpten, bisweilen blasig aufgetriebenen Plastiden (Fig. 1). Der offenbar weniger strahlensensible Ergrünungsprozeß kann auch bei den gestörten Formen mehr oder weniger erhalten bleiben.

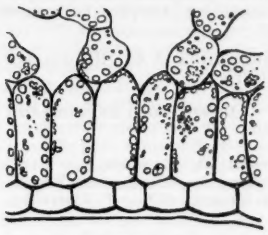


Fig. 1. Querschnitt durch ein Blatt von Pisum sativum; Same mit 3000 r bestrahlt

Häufig finden sich in ein und derselben Zelle Plastiden, welche morphologisch das Bild sehr unterschiedlicher Strahlenreaktion und damit spezifischer Individualität zeigen[3–5]). Aus dem gelegentlichen Auftreten späterer Sektorialpanaschüre, vor allem bei Phaseolus, wird geschlossen, daß an der Regeneration des Normalzustandes der Pflanzen zumindest zum Teil Vorgänge einer entwicklungsmorphologischen Ausmerze gestörter Plastiden mitbeteiligt sind.

Das Plastidenmodell bestimmter Species von Leguminosen erscheint somit geeignet, im Sinne der Verhandlungen der „Wissenschaftlichen Kommission der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Wirkungen atomarer Strahlung" weitergehende Aufschlüsse über das besondere Strahlenverhalten der biologischen Strukturen des Plastidenapparates zu erhalten[6]).

Radiologisches Institut der Universität, Freiburg i. Br.

W. Herbst

Eingegangen am 10. August 1959

[1]) Kusin, A.M., u. A.L. Shabadash: II. Internat. Konf. Genf, 1958 (P/2319). — [2]) Sissakian, N.M.: I. Internat. Konf. Genf, 1955, Bd. 11, S. 248—255. — [3]) Renner, O.: Ber. sächs. Akad. Wiss., math.-phys. Kl. 86 (1934). — [4]) Herbst, W.: Diss. Jena 1934. — [5]) Lesley, J.W., u. M.M. Lesley: Genetics 41, 575—588 (1956). — [6]) Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, p. 136, 1958.

The Breakdown of Benzyl Compounds by a Soil Micrococcus

From an ordinary garden soil, we isolated a *Micrococcus* which can grow with several benzyl compounds as sole source of carbon. 20 g of the garden soil were suspended in 50 ml tap water and enriched with 0·25% benzyl phenyl ketone (B.P.K.), in conical flasks. Incubation was at 28° C for 48 hours on a shaking apparatus. Dilutions of the incubated soil suspension were plated out on Tausson's (1927) medium enriched with 0·25% benzyl phenyl ketone and solidified with 1·5% agar (Difco). After incubation at 28° C separated colonies were purified on plates with the same medium.

The organism isolated in this way is a gram-negative *Micrococcus* occuring singly, in pairs and in clumps. The cocci are 1 μ in diameter and non-motile. The smooth colonies present a white yellowish pigment. No acid or gas is produced on the following carbohydrate media: arabinose, rhamnose, xylose, dextrose, fructose, galactose, mannose, lactose, sucrose, maltose, cellobiose, raffinose, dextrin, glycerol and mannitol. Starch is not hydrolysed. Nitrites are produced from nitrates. Indol is not formed. The methylred and Vosges-Proskauer tests are negative. Growth occurs in gelatin stab without liquefaction. Skim milk and litmus milk remain unchanged. H_2S is not formed. The organism is aerobic with an optimum temperature at 28° C. Agar is not liquefied.

The organism cannot be classified by the use of Bergey's Manual.

A better crop of this *Micrococcus* was obtained by adding 0·1 to 0·3% yeast extract (Difco) to the Tausson's medium enriched with 0·25% benzyl phenyl ketone and solidified with 1·5% agar. To maintain the culture at high growth it was periodically transferred to the same medium with benzyl phenyl ketone as the sole source of carbon.

The organism was further studied about his abilities to grow on other benzyl compounds. Tausson's medium solidified with agar (1·5%) was supplied respectively with 0·5% of the following benzyl compounds as sole source of carbon: benzyl benzoate (B. B.), benzyl phenyl acetate (B. P. A.), benzyl acetate (B. A.), benzyl formate (B. F.), and benzyl salicylate (B. S.). The different media were poured in petri dishes and inoculated. Tausson's mineral agar medium with no added carbon source was included as a control.

The following table gives the results of the growth activities of this *Micrococcus* on different benzyl compounds.

Cells grown on	Cells adapted to					
	B.P.K.	B.B.	B.P.A.	B.A.	B.F	B.S.
B.P.K.	+	+	+	–	–	+
B.B.	+	+	+	–	–	+
B.S.	+	+	+	–	–	+
B.P.A.	+	+	+	–	–	+

+ means growth; — means no growth.

From the present observations it results that this *Micrococcus* can grow on at least four benzyl compounds namely benzyl phenyl ketone, benzyl benzoate, benzyl salicylate and benzyl phenyl acetate.

Further experiments are being continued to study in detail the metabolic pathways of the breakdown of this benzyl compounds by the isolated Micrococcus.

Laboratory of Microbiology, State Agricultural College, Coupure left, 233, Gent (Belgium)

J.P. Voets and M. De Schinckel

Eingegangen am 31. August 1959

[1]) Tausson, W.O.: Planta 4, 214 (1927).

Über die Einwirkung von Substanzen aus Myxobakterien auf Viren. II

Wie in früheren Veröffentlichungen berichtet, wirken Myxobakterien-Aufschwemmungen[1]) und bakterienfreie Extrakte[2]) auf Viren der Myxo-Virus-Gruppe. In fortlaufenden Veröffentlichungen soll die Züchtung möglichst wirksamer Myxobakterien-Stämme, die Anreicherung und Reindarstellung des aktiven Stoffes und die Art der Einwirkung auf Viren in vivo und in vitro näher beschrieben werden.

In Abänderung der bisher benutzten Methodik wurden zur Züchtung der Myxobakterien als Futterbakterien nicht mehr Colibakterien, sondern Hefen benutzt, die ein schnelleres Wachstum und eine frühere Bildung von Fruchtkörpern zur Folge hatten. Zur Herstellung des für die folgenden Versuche verwendeten Ausgangsmaterials wurde der geerntete Myxobakterienbrei im Teflon-Homogenisator zerrieben, dann in der Elektrodialyse von den hochmolekularen Stoffanteilen getrennt, wobei der aktive Stoff im Anodenraum wiedergefunden werden konnte. Vor den Versuchsansätzen wurde die eingeengte Lösung nochmals durch eine Glasfritte G 5 gesaugt, womit einwandfrei sichergestellt wurde, daß keine lebenden Myxobakterien an der Wirkung auf Viren beteiligt waren.

Bei den chemischen Versuchen zur Isolation des reinen Stoffes konnten papierchromatographisch und elektrophoretisch sechs ninhydrinpositive und zwei anilinphthalatpositive

Substanzen nachgewiesen werden. Versuche über präparative Trennung an Ionen-Austauschersäulen[3]) sind im Gange.

Über die Wirkung des Myxobakterien-Extraktes auf Viren in vitro wurde festgestellt, daß der Hämagglutinations-Titer der getesteten Influenza-Stämme: B/Lee, A/PR_8, A/FM_1 und A/Sing. durchschnittlich um 98,5% gegenüber dem Titer der Probe-Viruslösung absinkt. Die Wirkung auf den Virus-Titer war beim bakterienfreien Extrakt in einer halben Stunde vollständig, während sie bei der Bakterienaufschwemmung im Verlaufe von 4 bis 5 Tagen anstieg. Der Infektiositätstiter infizierter Allantoisflüssigkeit (gemessen als EID_{50} an neuntägigen, befruchteten Hühnereiern) konnte bei Zugabe von Myxobakterien-Extrakt auf null gebracht werden.

Um eventuell auftretende morphologische Veränderungen am Viruskörper nach Einwirkung des Myxobakterien-Extraktes feststellen zu können, wurden laufend elektronenmikroskopische Aufnahmen gemacht. Die hierfür verwendeten Virus-Suspensionen waren an menschlichen Erythrocyten angereichert oder an der Aluminium-Phosphat-Säule gereinigt[4]),[5]). Dabei zeigte die Probe dichte Anhäufungen von runden und länglichen Influenza-Virus-Körpern, die in der gleichen Lösung bei Zugabe von Myxobakterien-Filtrat im elektronenmikroskopischen Bild nahezu völlig verschwunden waren.

Zur Beobachtung der Wirkung von Myxobakterien-Filtrat auf lebende Viren wurde als Kriterium der Einfluß von Viren auf Embryonalgewebe herangezogen. Normale Herzmuskelkulturen zeigten nach 48stündiger Bebrütung unter dem Mikroskop ein gleichmäßiges, radiäres Wachstum mit spindelförmigen Fibroblasten. Bei Beimpfung der Kulturen mit Influenza B/Lee trat ein wirres und unregelmäßiges Wachstum auf. Dieser cytopathogene Effekt infizierter Herzmuskelkulturen konnte durch Zugabe von Myxobakterien-Filtrat aufgehoben werden, so daß wie bei der unbeimpften Kultur wieder gleichmäßig radiäres Wachstum vorlag.

Institut für Virusforschung, Heidelberg (Direktor: Prof. Dr. G. A. Kausche)

Inge Katzenberger

Eingegangen am 2. September 1958

[1]) Katzenberger, I., H. Kühlwein u. G. A. Kausche: Zbl. Bakt., Parasitenk., Infektionskr. u. Hyg., Abt. II **109**, 478 (1956). — [2]) Katzenberger, I., u. G. A. Kausche: Naturwiss. **44**, 44 (1957). — [3]) Mooro, S., u. W. H. Stein: J. Biol. Chem. **195**, 669 (1952); **211**, 893 (1954). — [4]) Miller, H. K., u. R. W. Schlesinger: J. Immunology **75**, 155 (1955). — [5]) Burke, D. C., A. Isaacs u. J. Walker: Biochem. Biophys. Acta **26**, 576 (1957).

Eine mögliche fermentchemische Funktion der Ergosterin-Photoisomerisierung in Mikroorganismen

In einer früheren Arbeit[1]) über die Hemmung einer Aconitase aus Aspergillus niger durch Vitamin D_2 war es leider noch nicht möglich, die Hemmwirkung des Vitamins D_2 mit der seines Provitamins Ergosterin zu vergleichen, da sich damals von letzterem keine wäßrigen Lösungen herstellen ließen.

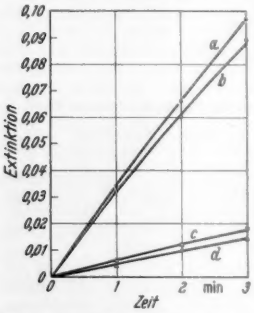


Fig. 1. Einfluß von unbestrahltem und bestrahltem Ergosterinbernsteinsäureester auf Aspergillus-niger-Aconitase; a ohne Zusatz; b—d mit 3 mg Ergosterinbernsteinsäureester, und zwar b unbestrahlt, c 5 min, d 15 min bestrahlt

Dies gelang jedoch nunmehr unter Verwendung der nach[2]) dargestellten Ergosterinbernsteinsäureestersäure, die ein hinreichend wasserlösliches Natriumsalz bildet. Es wurde der Einfluß dieser Verbindung in unbestrahltem und bestrahltem Zustand auf den enzymatischen Citratabbau (gemessen an der Aconitasewirkung) in einem Rohextrakt aus Aspergillus niger NRRL 567 untersucht. Der Aconitasetest wurde hierbei wie unter[1]) beschrieben durchgeführt. Der Pilz wurde in Schüttelkultur 2 Tage bei 30° C in einem Substrat mit 3% Difco-Malzextrakt, 0,5% Difco-Hefeextrakt und 1% Glucose[3]) herangezüchtet. Nach sorgfältigem Auswaschen mit Leitungswasser und weitgehendem Abpressen wurde das Mycel in m/15 Phosphatpuffer, p_H 7,4, im mechanischen Zellhomogenisator der Firma B. Braun homogenisiert. Aus dem Homogenisat wurde durch 30 min langes Zentrifugieren bei 10000 U/min und 0° C ein zellfreier Rohextrakt bereitet. In die Teste wurden jeweils 0,1 ml davon eingesetzt. Das Testvolumen betrug 3,0 ml. Vor Zugabe des Substrats wurde 10 min mit jeweils gleichen Mengen unbestrahltem sowie 5 und 15 min bestrahltem Ergosterinbernsteinsäureestersäure-Natriumsalz vorinkubiert. Die Bestrahlungen erfolgten unter Eiskühlung mit einer Labor-Tauchlampe der Quarzlampengesellschaft Hanau. Fig. 1 gibt die gewonnenen Resultate wieder.

Während bei 1 min langer Fermentwirkung der unbestrahlte Ergosterinbernsteinsäureester keinen wesentlichen Einfluß auf die Aconitaseaktivität ausübte, hemmte die gleiche Menge des zuvor 5 min bestrahlten Esters das Ferment um 82%. Nach 15 min Bestrahlung des Esters war das Ferment um 88% gehemmt.

Es konnte somit gezeigt werden, daß bei der Photoisomerisierung des Ergosterins aus einer Substanz ohne Effektorwirkung Stoffe gebildet werden, die den Citratabbau in Aspergillus niger hemmen. Nach den bisherigen Befunden kommt diese Hemmwirkung nicht ausschließlich dem Vitamin D_2 zu. Ähnliche Effekte konnten auch mit Dihydro-Tachysterin beobachtet werden.

Institut für Gärungsgewerbe, Berlin N 65 (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr. B. Drews)

Ernst-Erich Bruchmann

Eingegangen am 27. Juli 1959

[1]) Bruchmann, E. E.: Naturwiss. **45**, 367 (1958). — [2]) DRP 495450 vom 30. 6. 1927. Aus Hotzel, A.: Vitamine und Vitaminpräparate, S. 42. Berlin: Dr. W. Saenger 1949. — [3]) Ramakrishnan, C. V., u. S. M. Martin: Canad. J. Biochem. Physiol. **32**, 434 (1954).

Mitotic Inactivity at the Evocator-Competence Interface

The purpose of the present work is to acquaint with the nuclear condition in the presumptive optic-cup and the lens-placode cells, during the process of induction. The striking feature of this study is an evidence for a mitotic inactivity of the cells at the surface of contact between the lens placode and cup material. The time and place of evocation is not the site of mitosis.

The scrutiny based on the Feulgen preparation reveals that the occurrence of mitoses takes place in a rather well planned and localized manner in the two developing tissues. Fig. 1 A represents the initial stage of the contact, new cell formation in the distal sectors of the lens-rudiment and in the proximal sectors of the cup rudiment opposite to one another. The thickening of the lens placode takes place by adding new cells from outside to inside.

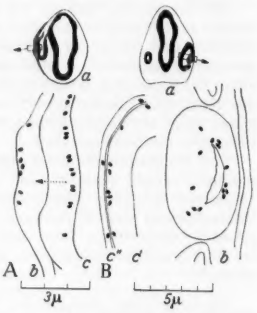


Fig. 1. Contact between the lens placode and cup material. *A* 50 hours stage, *B* 70 hours stage. — Black dots showing the sites of mitoses in cup and lens. Note the absence at the interface

Similarly the thickening of the optic cup is resulted by a process of adding up new cells from inside to outside. These two processes of outward addition of new lens cells, and inward addition of the cup-cells continue till the 60 hours stage. In the 70 hours stage, the lens is cut out from the ectoderm and the cup becomes double layered. Concurrently, the site of mitosis is also changed and presents a different character. Henceforth the beginning of mitosis takes place in the outer layer of the future pigment region, and in the inner layer of the future retinal region. In the lens, after it has been cut out from the ectoderm, the beginning of mitosis occurs only at the central region (Fig. 1 B). Mention must be made here of recent work of McKeehan[1]) who has shown that the nuclei of the retina are definitely arranged, approximated at right angles to the surfaces, prior to the contact is established, after which the cells of the ectoderm begin to elongate. The nuclei are supposed to be the controlling agents of the enzymatic reactions of a developing cell[2]). It can be reasonably advanced that the phenomenon of evocation is related to the active

synthesis of the cytoplasmic factors when the nuclear DNA remains in a polymerized state at least in the site of contact.

Department of Zoology, Presidency College, Calcutta

S. MOOKERJEE and K. BALASUBRAMANIAM

Eingegangen am 21. August 1959

[1]) MCKEENHAN, M. S.: Anat. Rec. **106**, 56 (1950). — [2]) BRACHET, J.: Recent developments in cell physiology. London: Butterworths 1954.

Beziehungen zwischen der Menge der DNS und dem Ausmaß der potentiellen Oberflächenentfaltung von Riesenchromosomenloci

Die Speicheldrüse der Chironomide *Acricotopus lucidus* ist wegen ihrer morphologischen und physiologischen Differenzierung und der Ausbildung von Riesenchromosomen ein günstiges Objekt für das Studium chromosomaler Strukturmodifikationen, die in Form von Puffs und Balbiani-Ringen lokale Oberflächenentfaltungen des Chromosoms darstellen und nach BEERMANN als Ausdruck differentieller Genaktivität zu deuten sind[1a–c]). Chromosomenkarten für die verschiedenen Lappen der Speicheldrüse während der Entwicklung vom 4. Larven- zum Vorpuppen-Stadium zeigen eine Anzahl solcher Puffs und Balbiani-Ringe, die sowohl lappen- als auch stadienspezifisch sind[2a, b]). Während des erfaßten Zeitabschnitts der Ontogenese werden mit wechselnder Funktion des jeweiligen Drüsenlappens bestimmte Balbiani-Ringe und Puffs zurück-, andere dagegen neu gebildet. Nach der Rückbildung solcher lokaler Oberflächenvergrößerungen ist der laterale Zusammenhalt der Querscheiben des betroffenen Chromosomenabschnitts mehr oder weniger unterbrochen, so daß derartige Reliktstrukturen als Indizien für die ehemalige Aktivierung der betreffenden Loci gelten können. Aus dem morphologischen Vergleich aktivierter Loci mit homologen, nicht-aktivierten geht hervor, daß die Menge der in einer Querscheibe oder Querscheibengruppe lokalisierten DNS, gemessen an der Menge des feulgenpositiven Materials, das Ausmaß der möglichen Oberflächenentfaltung des betreffenden Locus begrenzt. So können im Fall der Aktivierung DNS-arme Querscheiben maximal nur kleine Puffs, DNS-reiche Querscheiben dagegen große Balbiani-Ringe entstehen lassen. Wenn die Oberflächenentfaltung eines Locus als Maß für seine katalytische Wirksamkeit dienen kann, so ist die für einen Locus typische Menge der DNS ein Maßstab für die potentielle Intensität seines Eingreifens in den Stoffwechsel.

Nebenbei sei erwähnt, daß eine disproportionierte, exzessive Vermehrung von DNS in einzelnen Loci, wie sie für *Rhynchosciara*[3]),[4]),[5a, b]) und *Glyptotendipes*[6a, b]) beschrieben wird, bei *Acricotopus* morphologisch nicht festzustellen ist. Wenn nicht vorausgesetzt werden soll, daß die besagten Loci bei *Rhynchosciara* und *Glyptotendipes* sich grundsätzlich anders verhalten als alle Loci bei *Acricotopus*, so ist zu erwägen, ob nicht in dem für *Glyptotendipes* berichteten Fall eine irrige Homologisierung der fraglichen Chromosomenabschnitte unterlaufen sein kann. Bei *Rhynchosciara* wäre zu prüfen, ob homologe Loci in verschiedenen Abschnitten der Drüse nicht verschiedene Aktivierungszyklen aufweisen, wie es nicht allein für *Trichocladius*[1a]) und *Acricotopus*, sondern durch die sorgfältigen Untersuchungen von BECKER auch für *Drosophila* bekannt ist[7]). Das unbewußte Vertauschen einzelner Phasen verschiedener, unerkannt gebliebener Aktivierungszyklen ein und desselben Locus könnte eventuell der Anlaß zu einigen an *Rhynchosciara* erhobenen Befunden sein.

Institut für Kulturpflanzenforschung der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Gatersleben (Krs. Aschersleben)

F. MECHELKE

Eingegangen am 31. August 1959

[1]) BEERMANN, W.: a) Z. Naturforsch. **7b**, 237 (1952); b) Chromosoma **5**, 139 (1952); c) Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. **21**, 217 (1956). — [2]) MECHELKE, F.: a) Chromosoma **5**, 511 (1953); b) Proc. X. Int. Congr. Genetics **2**, 185 (1958). — [3]) BREUER, M. E., and C. PAVAN: Chromosoma **7**, 371 (1955). — [4]) PAVAN, C.: Proc. X. Int. Congr. Genetics **1**, 321 (1958). — [5]) RUDKIN, G. T., and S. L. CORLETTE: a) Proc. Nat. Acad. Sci. [Wash.] **43**, 964 (1957); b) Proc. X. Int. Congr. Genetics **2**, 242 (1958). — [6]) STICH, H. F., and J. K. NAYLOR: a) Exp. Cell Res. **14**, 442 (1957); b) Proc. X. Int. Congr. Genetics **2**, 276 (1958). — [7]) BECKER, H. J.: Proc. X. Int. Congr. Genetics **2**, 17 (1958).

Über den Einfluß des Blattes auf den Blühtermin bei der Tomate

DE ZEEUW[1]) hat durch Versuche mit der Tomatensorte 'Ailsa Craig' gezeigt, daß dann, wenn mit Ausnahme der Keimblätter alle Blätter so bald wie möglich entfernt werden, die Zeitspanne zwischen Aussaat und Sichtbarwerden der Blütenprimordien sowie zwischen Aussaat und Öffnen der ersten Blüten verkürzt wird. Weiterhin fand er bei den entblätterten Pflanzen die Anzahl der Blüten des ersten Blütenstandes erhöht. Nach DE ZEEUW[1]) übt also das junge wachsende Blatt in irgendeiner zur Zeit noch nicht eindeutig geklärten Weise einen hemmenden Einfluß auf Anlage und Entwicklung der Blüten bei der Tomate aus.

Verfasser hat Entblätterungsversuche sowohl an frühblühenden als auch an spätblühenden Tomatensorten durchgeführt. Es sei hier nur ein typischer Versuch mit 'Frühe Liebe' als der frühesten und 'Harzer Kind' als der spätesten der dem Verfasser zur Verfügung stehenden Sorten angeführt. Die Aussaat hierfür erfolgte am 14. 1. 1959, und am 26. 1. wurden die Pflanzen in 9-cm-Töpfe eingetopft. Die Kultur erfolgte im Gewächshaus bei natürlichem Licht. Vom Tage des Eintopfens an wurden bei einem Teil der Pflanzen die Blätter so bald wie möglich mit der Pinzette entfernt. Weiterhin wurden bei den entblätterten Pflanzen alle Achseltriebe beseitigt, die hier sehr früh entstehen. Die Anlage und Entwicklung der Blüten erfolgte bei den entblätterten Pflanzen schneller, vor allem bei 'Harzer Kind'. Es wurde bei jeder Pflanze das Datum des Aufblühens der ersten 4 Blüten notiert. Die weiteren Blüten blieben unbeachtet. In Fig. 1 ist der Verlauf des Aufblühens der einzelnen Versuchsvarianten dargestellt. (Angaben in %, wobei das Produkt Anzahl der Pflanzen je Versuchsvariante mal 4 gleich 100% gesetzt wurde. Die Anzahl der Pflanzen je Versuchsvariante betrug 10 bis 15.) Es ist ersichtlich, daß bei 'Frühe Liebe' der Unterschied zwischen den Pflanzen ohne Blätter und mit Blättern nur gering war, während er bei 'Harzer Kind' stark in Erscheinung trat. Das Ergebnis zeigt, daß der Termin des Aufblühens bei der frühen Sorte 'Frühe Liebe' nur wenig durch das Blatt gehemmt wurde, während dies bei der späten Sorte 'Harzer Kind' in bedeutendem Ausmaße der Fall war. Daraus ergibt sich, daß der sortenspezifische Blühtermin der Tomate zu einem wesentlichen Teil durch die physiologischen Besonderheiten des Blattes bedingt ist. Hier nicht aufgeführte Versuche mit 'Fanal' als einer relativ früh und 'Vortreffliche' sowie 'Rheinlands Ruhm' als relativ spät blühenden Sorten bestätigen dies. Es sei noch hinzugefügt, daß der aus Fig. 1 ersichtliche Effekt in der Jahreszeit, in der der geschilderte Versuch lief, in insgesamt drei durchgeführten Versuchen reproduzierbar war. In den Sommermonaten jedoch war insbesondere der Unterschied zwischen den entblätterten und den Kontrollpflanzen bei 'Harzer Kind' häufig stark verwischt. Dies ist offenbar durch die veränderten Lichtverhältnisse dieser Monate bedingt. Die Untersuchungen werden nach verschiedenen Richtungen hin fortgesetzt.

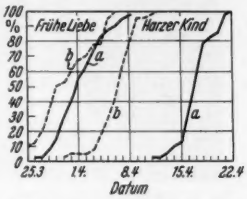


Fig. 1. Der zeitliche Verlauf des Aufblühens der ersten vier Blüten bei normalen und entblätterten Pflanzen der Tomatensorte 'Frühe Liebe' (links) und 'Harzer Kind' (rechts). a Pflanzen mit Blättern, b ohne Blätter

Institut für Botanik der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. K. VODERBERG).

W. HEINZE

Eingegangen am 11. August 1959

[1]) ZEEUW, D. DE: a) Meded. Landbouwhogesch. Wageningen **54**, 1—44 (1954); b) Proc. Kon. nederl. Akad. Wetensch., Ser. C **59**, 535 (1956).

Special Cytoplasm Detectable in Fern Rhizoids

It was reported that the rhizoid cell of the *Equisetum* sporeling was highly basophilic so that its cytoplasm was deeply stained with various basic dyes[1]). If so, it is expected that the same cytoplasm is also affinitive for metallic ions. Herein, the present writers tested the adsorption of metallic ions by the rhizoid cytoplasm of some fern sporelings. The main materials used were *Dryopteris varia*, *Diplazium japonicum*, and *Blechnum niponicum*. The sporeling cultured in Petri dishes with diluted KNOP's solution, at 25° C, were immersed

in 1 to 2·5 per cent solution of $Al_2(SO_4)_3$, $MnCl_2$, $FeCl_2$, $FeCl_3$, $CoCl_2$, $NiCl_2$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$, $Cd(NO_3)_2$, $SnCl_2$, $HgCl_2$, $Pb(CH_3CO_2)_2$, $PbCl_2$, or $UO_2(CH_3COO)_2$, for about 30 minutes, rinsed with water for one minute, and then transferred to the reagent for detecting the metal. Most of them were detected as sulphides of black color by use of diluted ammonium sulphide solution, except for Al^{+++} which was detected with

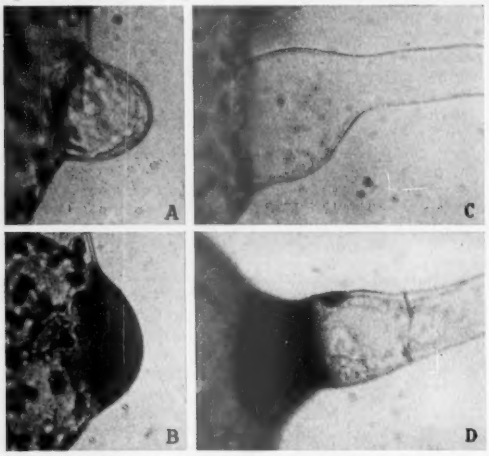


Fig. 1. Rhizoid of *Dryopteris varia*. A, rhizoid protuberance; B, the same adsorbing nickel; C, grown rhizoid; D, the same adsorbing nickel. Nickel was detected with ammonium sulphide

alminon, Zn^{++} with GOMORI's reagent, and UO_2^{++} with potassium ferrocyanide. By this means, the region where the metallic ions were adsorbed was distinguished with ease. The adsorption test was carried out at various acidity levels from p_H 2 to p_H 7 adjusted by use of MCILBAINE's buffer and of ordinary phosphate buffer.

As a result, it was revealed that there was a special zone in the basal region of the rhizoid where each of the metals was selectively adsorbed (Fig. 1). The adsorption did occur in the cytoplasm. In a young rhizoid, at the protuberance stage, the adsorption appears in all over the cytoplasm. At later stages, i.e. in the grown up rhizoid, it occurs selectively at the basal region. At any stage, the adsorption takes place quite regardless of the acidity level so far as tested. The same test was carried out in root hairs of *Glycine Max*, rhizoids of *Marchantia polymorpha*, and rhizoids of *Funaria hygrometrica*. Results, however, were negative in these.

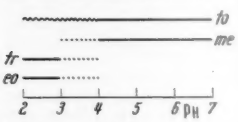


Fig. 2. Vital staining at various acidity levels. ——— normal staining, ... faint staining, ~~~ metachromasy. *to*, toluidin blue; *me*, methylene blue; *eo*, eosin; *tr*, trypan blue

On the other hand, IEP (i.e. isoelectric point) of the rhizoid cytoplasm was measured by means of vital staining with about 0·01 per cent solutions of eosin, trypan blue, toluidin blue, and methylene blue dissolved at p_H 2, 3, 4, 5, 6, and 7 adjusted by use of the same buffers as above mentioned. The vital staining revealed that IEP of the rhizoid cytoplasm was between p_H 3 and 4 regardless of the region (Fig. 2).

The basophilia of the rhizoid cytoplasm tested by the vital staining disappears at the acidity below its IEP. Nevertheless, it is noteworthy that the adsorption of metallic ions occurs regardless of the acidity level whether it is above or below IEP. This indicates that there is a peculiar cytoplasm in the basal region of the rhizoid of these ferns having a specially high affinity for various metallic ions. Therefore the metallic ions adsorption must be attributed to a mechanism different from the basophilia. However, there still remains a question as to whether or not this peculiar cytoplasm is specific to the fern.

Biology Department, Yamagata University, Yamagata, Japan

SINGO NAKAZAWA and AKIRA TSUSAKA

Eingegangen am 27. August 1959

[1]) NAKAZAWA, S.: Phyton [Argentina] **10**, 1 (1958).

Die Abhängigkeit des Rohfettgehaltes der Leber des Karpfens (Cyprinus carpio L.) von der Jahreszeit, der Ernährung und dem Geschlecht sowie über die Beziehungen zum Gehalt an fettlöslichem Vitamin A

Rohfettbestimmungen der Leber von unter Wielenbacher Bedingungen in den Jahren 1956 bis 1959 in Teichen gehaltenen Karpfen (Cyprinus carpio L.) lieferten folgende Ergebnisse:

Das Lebergewicht des Karpfens beträgt je nach Ernährungszustand 1 bis 10% des Gesamtgewichtes. Mit zunehmendem Fettgehalt der Leber sinkt ihr Wassergehalt. Ältere Karpfen weisen einen höheren Rohfettgehalt der Leber auf als die jüngeren. In der wärmeren Jahreszeit (Mai bis September) ist das arithmetische Mittel der Lebertranwerte als Folge des größeren Angebotes an Naturnahrung höher als in der kälteren Jahreszeit (Oktober bis April). Entsprechend verhielten sich auch nach früheren Befunden die Werte für das fettlösliche Vitamin A[1]). Zusätzliche Fütterung zweisömmeriger Karpfen mit Maisschrot (Rohfettgehalt von Mais bezogen auf die Trockensubstanz = 4,35%) vermehrte den Gehalt an Tran in der weiblichen Leber, nicht jedoch den der männlichen Individuen (Tabelle). In parallel angestellten Carotinoid- und Vitamin A-Bestimmungen[1]) ergab sich, daß lediglich der Carotinoidgehalt in der Leber maisgefütterter Karpfen anstieg, der Vitamin A-Gehalt dagegen abnahm als Folge der geringeren Aufnahme natürlicher Teichnahrung. Sojabohnenschrot mit einem Rohfettgehalt von 1,17% in der Trockensubstanz bewirkte keine wesentliche Leberverfettung.

Tabelle. *Größe, Tran- und Wassergehalt der Lebern zusätzlich mit Mais- bzw. Sojabohnenschrot gefütterter Karpfen ($K_{2/3}$) und ihrer Kontrollen*

Die Kontrollfische befanden sich im gleichen, mit Maschengitter längsgeteilten Teich und lebten nur von natürlicher Teichnahrung. Untersuchungszeit: Winter 1956/57.

Futtermittel und Rohfettgehalt	Maisschrot a)	Kontrolle	Sojaschrot b)	Kontrolle	Geschlecht
Lebergewicht (%) c)	5,7	3,3	3,7	3,0	♀
Rohfett der Leber d)	23,8	2,0	10,6	7,3	♀
Wasser der Leber e)	43,7	77,4	67,8	71,2	♀
Lebergewicht (%) c)	4,2	3,0	2,4	2,9	♂
Rohfett der Leber d)	2,5	2,2	3,8	4,0	♂
Wasser der Leber e)	75,1	79,6	76,6	75,3	♂

a) Maisschrot 4,35% Fett (% der Trockensubstanz). b) Sojaschrot 1,17% Fett. — c) Lebergewicht (frisch) in % des Gesamtgewichtes. — d) Rohfettgehalt der Leber in % des Frischgewichtes. e) Wassergehalt der Leber in %.

Die Leber weiblicher Karpfen ist nicht nur gewichtsmäßig größer, sondern auch fettreicher. Die geschlechtsbedingten Unterschiede im Fettgehalt wurden am Karpfen beim Lebensalter von $1^1/_2$ Jahren deutlich. Möglicherweise beruht der Unterschied auf hormonalem Einfluß. — Der Fettgehalt künstlich gestreifter Eier (ohne Wasserzusatz) betrug 8,2% des Frischgewichtes. Gestreiftes Sperma (ohne Wasserzusatz) wies dagegen nur einen Rohfettgehalt von 4,0% auf.

Teichwirtschaftliche Abteilung Wielenbach/Obb. der Bayer. Biologischen Versuchsanstalt (Vorstand: Prof. Dr. LIEBMANN)

GÜNTER KEIZ

Eingegangen am 8. August 1959

[1]) BRUNNER, G., G. KEIZ u. E. KOLB: Naturwiss. **45**, 249 (1958). — Arch. Fischereiwiss. **9**, 53 (1958).

Untersuchungen über cuticulare Stoffabgabe bei Ameisenweibchen, durchgeführt mit Radioisotopen

Einer der wichtigsten Faktoren für das normale Funktionieren des sozialen Lebens von Insektenstaaten scheint die möglichst schnelle und gleichmäßige Verteilung von Stoffen über das ganze Volk zu sein. STUMPER[1]) hat in Extrakten von Ameisen-♀♀ Stoffe nachgewiesen, die auf ☿☿ attraktiv wirken. Ähnliche Stoffe wurden ebenfalls bei Bienen[2]) und Termiten[3]) gefunden. Solche außerhalb des sie erzeugenden Individuums wirkende Stoffe werden Pheromone genannt[4]). Da über Verlauf der Sekretion der von Geschlechtstieren cuticulär abgegebenen Pheromone und deren Übernahme sowie Verteilung durch ☿☿ bisher genaue Untersuchungen fehlen, wurde mit Hilfe von radioaktiver $Na_3P^{32}O_4$-Lösung als Modellsubstanz diese Frage experimentell angegangen.

Als Versuchstiere dienten ♀♀ und ☿☿ von Formica polyctena Först. (Kleine Rote Waldameise). Den ♀♀ wurde das radioaktive Orthophosphat (P^{32}) mittels einer Glaskapillare in den Thorax injiziert und die Wunde wieder verschlossen. Autoradiographische Untersuchungen zeigten, daß das Phosphat spätestens nach 48 Std vollständig über den ganzen Organismus verteilt ist. Um eine rein cuticuläre Abgabe zu gewährleisten, wurden den ♀♀ Mund und After verschlossen, bevor sie zu den einzelnen Versuchen herangezogen wurden. Nicht radioaktive ☿☿ wurden durch Belecken derartig präparierter ♀♀ radioaktiv. Diese ziemlich geringen Aktivitätsmengen, welche die ☿☿ auf solche Weise erhalten haben, geben sie an andere, nicht radioaktive ☿☿ weiter. Die Exkretion der Aktivität von seiten der ♀♀ ist als normaler biologischer Ausscheidungsvorgang zu bewerten; sie folgt einer Exponentialfunktion (Fig. 1).

Die Direktautoradiographie der sorgfältig von anhängendem Gewebe (Fettkörper, Muskulatur, Tracheen) gereinigten

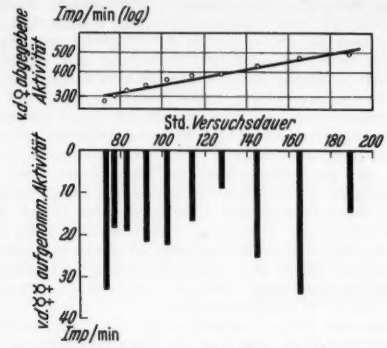


Fig. 1. *Ausscheidungsmodus radioaktiven Phosphates bei einem Ameisen-♀.* Als Ordinaten sind nach unten numerisch die von den nach jeder Messung neu zugesetzten ☿☿ abgeleckten Phosphatmengen aufgetragen. Nach oben sind diese Phosphatmengen logarithmisch als Summenkurve dargestellt. Diese Summe ist nach den gegebenen Versuchsbedingungen der Phosphatabgabe des ♀ gleichzusetzen. (Original)

Cuticula incl. Hypodermis zeigt an allen Segmentringen des Gasters P^{32}-Einlagerung. Jeweils an den Rändern der einzelnen Ringe läßt sich verstärkte Aktivität feststellen. Diese Zonen verstärkter Aktivität fallen zusammen mit der Anreicherung hypodermaler Drüsenzellen, wie eigene histologische Untersuchungen ergaben. Ebenfalls zeichnet sich im Thorax eine verstärkte P^{32}-Einlagerung im Bereich der Metathorakaldrüsen ab. Hypodermale Drüsenzellen einschließlich des Drüsenkomplexes der Metathorakaldrüsen dürften für die cuticularen Ausscheidungen verantwortlich sein.

Im Modellversuch konnten so in Verbindung mit der Lokalisierung von Drüsenzellen eine cuticulare Stoffabgabe der ♀♀ sowie die Stoffaufnahme und -weitergabe durch ☿☿ nachgewiesen werden. Dieser Modellversuch mit P^{32} kann noch nicht mit der Abgabe und Weitergabe von Pheromonen gleichgesetzt werden, doch deuten andere Versuchsergebnisse darauf hin, daß bei Ameisen die Pheromonabgabe und -weitergabe auf diesem Wege geschieht.

Institut für Angewandte Zoologie der Universität, Würzburg (Vorstand: Prof. Dr. Karl Gösswald)

Wolf Berwig

Eingegangen am 22. August 1959

[1]) Stumper, R.: Mitt. schweiz. entomol. Ges. **19**, 373 (1956). — [2]) Butler, C. G.: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. B **147**, 275 (1957). — Pain, J.: Insectes Sociaux **3**, 199 (1956). — [3]) Lüscher, M.: Insectes Sociaux **3**, 119 (1956). — [4]) Karlson, P., u. M. Lüscher: Naturwiss. **46**, 63 (1959).

Kompensatorische Kopfbewegungen bei Aktivdrehung eines Tintenfisches

Der Tintenfisch *Octopus vulgaris* zeigt während des Kriechens bei Drehungen um die Vertikalachse*) kompensatorische Kopfbewegungen. Diese Bewegungen erinnern mit ihren beiden Phasen — der langsamen, kompensierenden Bewegungsphase entgegen der Drehrichtung und den schnellen, ruckartigen Kopfbewegungen im Drehsinne — an ähnliche Erscheinungen bei der Aktivdrehung von dekapoden Crustaceen. Versuche an der Languste *(Palinurus vulgaris)* hatten ergeben, daß die kompensatorischen Augenbewegungen unter diesen Umständen nicht optisch ausgelöst werden[1a]). Bei Krabben war auch der in der Statocyste lokalisierte Drehsinn daran nicht beteiligt[1b]). Es machte den Eindruck, als sei die Kompensationsbewegung der Augenstiele ebenso primär zentral bedingt wie etwa die Spontandrehung des gesamten Tieres, mit der sie einherging.

Im Zuge neuer Untersuchungen über die Physiologie der Statocyste bei *Octopus vulgaris* hatte sich zunächst ergeben, daß auch hier — ganz wie bei den Krabben — die Statocyste eine statisch-dynamische Doppelfunktion erfüllt und neben einem Schwere-Rezeptor (Macula) typische Rotations-Rezeptoren (Cristae) enthält[1c]). Dabei zeigte sich nun, daß sowohl geblendete Tintenfische als auch solche, denen zusätzlich beide Statocysten entfernt waren, bei Aktivdrehungen um die Vertikalachse unvermindert kompensatorische Kopfbewegungen ausführten. Es gelten somit alle früher für dekapode Crustaceen angestellten Überlegungen auch für diese Cephalopoden.

Der Aufenthalt in Neapel wurde mir durch Stipendien der Holländischen Regierung, der Niederländischen Organisation für rein-wissenschaftliche Untersuchungen (Z.W.O.) und des Consiglio Nazionale delle Richerche (Rom) ermöglicht.

Zoologische Station, Neapel, und Institut für vergleichende Physiologie der Universität, Utrecht

S. Dijkgraaf

Eingegangen am 16. September 1959

*) Zu dieser Bezeichnung: Wir nennen die Linie, welche den Mittelpunkt beider Augenbulbi verbindet, die *Quer*achse des Tieres; die Linie, welche diese Achse senkrecht zu ihr halbiert und parallel zu den schlitzförmigen Pupillen verläuft, die *Längs*achse; und die Linie durch den Kreuzpunkt dieser beiden und senkrecht dazu die *Vertikal*achse des Tieres.

[1]) Dijkgraaf, S.: a) Z. vergl. Physiol. **38**, 491 (1956); b) Pubbl. Staz. zool. Napoli **28**, 341 (1956); c) In Vorbereitung.

Besprechungen

Bildungsauftrag und Bildungspläne der Gymnasien. Vorgelegt von der Arbeitsgemeinschaft Deutsche Höhere Schule. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1958. VIII, 142 S. Gr.-8°. DM 4.80.

Die vorliegende Denkschrift enthält das Ergebnis der Beratungen der „Arbeitsgemeinschaft Deutsche Höhere Schule", die 1952 von der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte (vor allem durch die Initiative des leider inzwischen verstorbenen Professors Dr. H. Hörlein) ins Leben gerufen wurde. Ihr gehören insgesamt 19 Verbände an, außer der genannten Gesellschaft z. B. der VDI, die Verbände oder Gesellschaften der Mathematiker, Physiker, Chemiker, Biologen, der Germanisten, Historiker, Geographen, Alt- und Neuphilologen, der Musik-, Kunst- und Leibeserzieher, der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts, der Deutsche Philologenverband u. a. Hörleins Gedanke war es, auf die brennende Frage nach der künftigen Gestaltung der höheren Schule dadurch eine befriedigende Antwort zu finden, daß Fachleute der verschiedensten Richtungen in gemeinsamer Beratung die widerstrebenden Interessen ausgleichen und die beste Lösung finden sollten. Die grundsätzliche Einmütigkeit aller Beteiligten fand in den 1954 veröffentlichten Leitsätzen ihren Ausdruck; sie gehen auf die Gefahr der Spezialistenausbildung auf der Schule, auf die Notwendigkeit starker Stoffbeschränkung u. a. ein. Die jetzt vorliegende Schrift enthält für die bestehenden drei Hauptformen der höheren Schule (das altsprachliche, das neusprachliche und das mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium) nicht nur allgemeine Richtlinien, sondern auch vollständige Stundentafeln und Lehrpläne.

Die Denkschrift ist im gegenwärtigen Zeitpunkt besonders deswegen von Interesse, weil kürzlich (Mitte 1959) das Gutachten des Deutschen Ausschusses für das Erziehungs- und

Bildungswesen unter dem Titel „Rahmenplan zur Umgestaltung des allgemeinbildenden öffentlichen Schulwesens" erschienen ist. Auch dieser Plan behandelt (im größeren Zusammenhang mit dem gesamten Schulwesen) die künftige Gestalt der höheren Schule, gibt aber zunächst nur allgemeine Richtlinien.

Daß, wie von manchen Seiten immer wieder betont wird, niemand das gesamte Wissen unserer Zeit beherrschen kann, ist eine zwar richtige, aber auch recht billige und bedeutungslose Feststellung; das hat ohnehin seit LEIBNIZ niemand mehr gekonnt. Darauf gestützte Argumente haben daher keinerlei Gewicht bei der Beurteilung des schweren Problems, vor dem die Schule steht: wie sie nämlich am besten unter Vermeidung der (in sinnvoller Weise nicht möglichen) völlig uneingeschränkten Fortführung aller Unterrichtsfächer durch alle Klassen doch der wesentlichen Forderung genügen kann, daß die Schüler aller Schulgattungen einen wirklichen Einblick sowohl in die naturwissenschaftliche als auch in die geisteswissenschaftliche Arbeits- und Schlußweise gewinnen sollen, eine Einsicht, die eben nur in etwas reiferem Alter, also in den letzten Schuljahren erworben werden kann.

Zur Diskussion dieser und anderer Fragen gibt das Büchlein vielerlei Gesichtspunkte, und deshalb sollte es aufmerksam gelesen werden, und zwar keineswegs etwa nur von Schulmännern; denn die Universitäten haben es mit den von der Schule kommenden Studenten zu tun, und alle Eltern sollten sich um die Schule bekümmern, die ihre Kinder viele Jahre lang besuchen müssen. E. LAMLA (Göttingen)

Knoll, Max: Materials and Processes of Electron Devices. (Werkstoffe und Verfahren zur Herstellung von Entladungsgeräten.) Unter Mitarbeit von B. KAZAN. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1959. Gr.-8°. XV, 484 S., 411 Abb. u. 4 mehrfarb. Taf. Gzl. DM 66.—.

Der ESPE-KNOLL, Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik (Berlin: Springer 1936), erwies sich als so wichtig, wertvoll und von so großer „Halbwertsdauer", daß er 1944 in USA photomechanisch nachgedruckt wurde. Die Nachfolge-Bücher, der KOHL (Materials Technology for Electron Tubes) und STEYSKAL (Arbeitsverfahren und Stoffkunde der Hochvakuumtechnik, Technologie der Elektronenröhren), beziehen sich ausdrücklich auf ihn als wesentliche Grundlage. Während ESPE eine Neubearbeitung des Espe-Knoll in deutscher Sprache, 3-bändig und im Deutschen Verlag der Wissenschaften Berlin bereits teilweise unter der Presse, angekündigt hat, legt KNOLL die „Materials ..." vor, deren deutscher und französischer Untertitel die Sache nicht recht trifft.

Das Buch ist eine überarbeitete und ins Englische übersetzte Neuauflage des Espe-Knoll. Das Literaturverzeichnis (rund 2300 Pos.) ist erfreulich reichhaltig. Es übernimmt aus dem Vorwort des Espe-Knoll die Angabe, daß Erst-Veröffentlichungen nur dann herangezogen werden, wenn sie für das diskutierte Problem den aktuellen Stand widerspiegeln. Trotzdem läßt es etwas an Aktualität vermissen, denn (als Beispiel:) die Literatur-Angaben für „Hochschmelzende Metalle" (einschließlich W, Mo, Pt, Zr, Ti, Th, Ce, Re) sind nur zu 35% nach 1936, dem Erscheinungsjahr des Espe-Knoll, datiert (vergleichsweise: Literatur-Angaben im 1951 erschienenen Kohl zum Kapitel Wolfram 60%, im 1955 erschienenen Steyskal fast 100%).

Der Rezensent hätte gern eine Modernisierung der Kapitel über Glühkathoden und lichtelektrische Kathoden gesehen; sie sind weggefallen. Im Register vermißt man Stichwörter wie oxide coating, coating, discharge, thermionic emission, emitter usw. Unter Barium findet sich kein Hinweis auf Emissionsoxyde.

Kathoden, insbesondere Oxydkathoden und damit zusammenhängende Probleme finden sich weder in verstreuter noch in zusammenfassender Darstellung.

Die Glas-Metall-Verschmelzungen bzw. vakuumdichte Verbindungen sind in dieser Auflage zu kurz gekommen. Das entsprechende Kapitel aus dem Espe-Knoll ist weggefallen. (Ergänzend könnte man hier den Steyskal, den Kohl und den MÖNCH: Hochvakuumtechnik, Rud. A. Lang Verlag, Pössneck, 1950, heranziehen.) Ein Teil der eingängigen Darstellung im Espe-Knoll über die Verarbeitung von Glas (Transformationspunkt usw.) ist in einen allgemeinen, großenteils neuen Abschnitt über Struktur und Eigenschaften von Materialien übergewechselt. Das Ziehen und Wendeln von Wolframdraht kommt vielleicht etwas kurz weg (Ergänzung zum Kapitel W z.B. AGTE und VACEK: Wolfram und Molybdän, Berlin: Akademie-Verlag 1959). Das Kapitel über Leuchtstoffe ist — als heute weitgehend selbständiges Fachgebiet wohl den Rahmen sprengend — gestrichen worden.

Ta und Zr haben entsprechend ihrer vermehrten Bedeutung an Raum gewonnen; Se, Ge und Si sind neu bzw. vermehrt aufgenommen, und zwar in einem Kapitel, in dem so heterogene Materialien wie „Halbleiter und organische Materialien" (von Se über Gummi und Hahnfett bis zum Sockelkitt) abgehandelt werden. Prüfmethoden für Werkstoffe der „Vakuum"-Röhren werden in einem neuen Kapitel abgehandelt, unter anderem Lecksucher u.ä. enthaltend; die Ausheizprozesse mit HF usw. erhielten durch ein neues Kapitel an Gewicht.

Autoren sowohl wie Rezensenten haben ihre Spezialgebiete und können beim Schreiben sich von der dadurch bestimmten Blickrichtung nicht ganz freimachen. Auch ist Kritisieren erheblich leichter: Die technische Physik und Technologie der Entladungs- und Vakuumröhren, der elektronischen Bauelemente usw. ist ein so großes Arbeitsgebiet geworden, daß man eine weitumspannende Darstellung mit einiger Vollständigkeit in einem Band kaum noch erwarten darf. Vielleicht ist es auch richtiger, daß solche Bücher bewußt unvollständig geschrieben werden, damit sie sich, durch die besondere Fachrichtung der einzelnen Autoren bedingt, gegenseitig ergänzen; dann aber wäre es wohl wünschenswert, in einem Anhang auf die vernachlässigten Fachgebiete kurz hinzuweisen und durch besondere Herausstellung der dafür gültigen neuesten Monographien und Handbücher den Inhalt des vorgelegten Buches zu ergänzen. Einen Ansatz dazu hat der Autor am Schluß des Buches gemacht durch ein besonderes Literatur-Verzeichnis über zusammenfassende Darstellungen (mit Veröffentlichungen, die im Durchschnitt jünger sind als oben für ein Kapitel angegeben).

Im ganzen: Kein Handbuch, das allein die vollständige Übersicht vermittelt, aber mit der Fülle von Material ebenso als ein Standardwerk wertvoll ist wie sein Vorgänger, besonders wenn es z.B. durch solche Werke wie die oben angegebenen ergänzt wird. W. GURSKI (Berlin-Charlottenburg)

Rüchardt, Eduard: Bausteine der Körperwelt und der Strahlung. (Bd. 71 der Sammlung „Verständliche Wissenschaft, Naturwissenschaftliche Abteilung".) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1959. VIII, 138 S. u. 87 Abb. Kl.-8°. Gzl. DM 8.80.

Es ist eine zweifellos recht schwierige Aufgabe, auf 134 Textseiten (Klein-Oktav) einen Überblick über alles das zu geben, was mit Elektronen, Atomen und Molekeln, mit Strahlung aller Wellenlängen, dem Bohrschen Atommodell, dem periodischen System, dem Welle-Korpuskel-Problem, den Materiewellen und der Wellenmechanik zusammenhängt. (Kernphysik wird nicht behandelt.) Nach der Lektüre kann man dem Verfasser bescheinigen, daß ihm die Lösung dieser Aufgabe trefflich gelungen ist und daß er, dem Titel der Sammlung entsprechend, seine Wissenschaft auch für den Nichtfachmann wirklich verständlich gemacht hat. Es ist überaus reizvoll, zu sehen, wie hier (unter Vermeidung aller mathematischen Hilfsmittel) gezeigt wird, daß man oft aus einfachen einleuchtenden Experimenten weitgehende und wichtige Schlüsse ziehen kann, oder wie schwierigere Versuche (e/m-Bestimmung, Massenspektroskopie u. a.) unter Heraushebung des Wesentlichen klar und übersichtlich beschrieben werden oder wie etwa das Pauli-Prinzip durch Vergleich mit den Platzkarten bei der Eisenbahn verständlich gemacht wird. Besonders mag vielleicht das Kapitel über das Photon hervorgehoben werden, das in ausgezeichneter Weise ältere und neuere Versuche zusammenstellt, die man teils mit der Korpuskel-, teils mit der Wellenvorstellung leichter verstehen kann. Im Anhang wird das Bohrsche Atommodell für den Fall der Kreisbahn dargestellt. Die gut ausgewählten Figuren unterstützen den Text auf das beste.

Alles in allem hat der Verfasser sein Ziel, „mit weiser Beschränkung sowohl hinsichtlich der Stoffauswahl wie hinsichtlich der Tiefe der Darstellung ein verständliches und doch wesentlich richtiges Bild eines Teiles der modernen Physik zu gestalten", so ausgezeichnet erreicht, daß die Leser ihm dafür dankbar sein werden und daß man dem Büchlein recht weite Verbreitung wünschen kann.

E. LAMLA (Göttingen)

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3. — Springer-Verlag OHG, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

Handbuch der allgemeinen Pathologie

Herausgegeben von

Professor Dr. F. Büchner, Freiburg i. Br., Professor Dr. E. Letterer, Tübingen,
und Professor Dr. F. Roulet, Basel

In zwölf Bänden

Im Herbst 1959 wird erscheinen:

Dritter Band

Zwischensubstanzen, Gewebe, Organe

Zweiter Teil

Die Organe.
Die Organstruktur als Grundlage der Organleistung und Organerkrankungen I

Redigiert von F. Roulet

Mit 215 Abbildungen. Etwa 770 Seiten Gr.-8⁰. 1959.

Vorbestellpreis gültig bis zum Erscheinen Ganzleinen DM 198,—
Endgültiger Ladenpreis nach Erscheinen Ganzleinen DM 248,—

Bei Verpflichtung zur Abnahme des gesamten Handbuches gilt der Vorbestellpreis auch nach Erscheinen des Bandes weiter als Subskriptionspreis, jedoch ist jeder Band und Bandteil zum Ladenpreis einzeln käuflich.

INHALTSÜBERSICHT

Das Blut als Organ. Von H. Begemann, Freiburg i. Brsg. · Der Verdauungstrakt und die großen Drüsen. Von F. Bolck, Jena · General pathology of the musculo-skeletal system. By W. G. J. Putschar, Charleston · Die Organstruktur des Genitaltraktus als Grundlage der Organleistung und Organerkrankung. Von F. J. Lang und H. Schneider, Innsbruck · Die Struktur der Haut als Grundlage ihrer Leistung und Erkrankung. Von G. K. Steigleder, Frankfurt a. M.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Lichtelektrische Meßgeräte

Photozellen · Selenphotoelemente · CdS-Kristallzellen
Germaniumzellen · Silizium-Photoelemente
Beleuchtungsmesser 0,001—100000 Lux
Kolorimeter
Universal-Kolorimeter
Medico-Kolorimeter
Titrier-Kolorimeter
Röhren-Kolorimeter
Becherglas-Kolorimeter
Durchfluß-Kolorimeter
Spektral-Kolorimeter
Spektralphotometer 200—20000 nm
Flammenphotometer mit Membrankompressor
Multiflex-Galvanometer ab 10^{-8}—10^{-11} A
Farbanalysator
Glanzmesser · Reflexionsmesser
Transparenz- und Schwärzungsmesser
Leukometer
pH-Acidometer · Taschen-pH-Meter

Spezialfabrik lichtelektr. Zellen und Apparate
Dr. B. LANGE
Berlin-Zehlendorf, Hermannstraße 14-18

Allgemeine Psychopathologie

Von Karl Jaspers, Basel.

Siebente, unveränderte Auflage.

Mit 3 Abbildungen. XVI, 748 Seiten Gr.-8°.
1959. Ganzleinen DM 56,—

INHALTSÜBERSICHT

Einführung · Die Einzeltatbestände des Seelenlebens · Die verständlichen Zusammenhänge des Seelenlebens (verstehende Psychologie) · Die kausalen Zusammenhänge des Seelenlebens (erklärende Psychologie) · Die Auffassung der Gesamtheit des Seelenlebens · Die abnorme Seele in Gesellschaft und Geschichte (Soziologie und Historie der Psychosen und Psychopathien) · Das Ganze des Menschseins · Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG
BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Absolute Analysis

Von F. und R. Nevanlinna.

(Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete. Herausgegeben von R. Grammel · F. Hirzebruch · E. Hopf · H. Hopf · W. Maak · W. Magnus · F. K. Schmidt · K. Stein · B. L. van der Waerden. Band 102)

Mit 4 Abbildungen. VIII, 259 Seiten Gr.-8°. 1959. DM 36,—; Ganzleinen DM 39,—

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung · Lineare Algebra: Der lineare Raum mit reellem Multiplikatorenbereich. Der endlichdimensionale lineare Raum. Lineare Abbildungen. Bilineare und quadratische Funktionen. Multilineare Funktionen. Metrisierung affiner Räume.

Differentialrechnung: Ableitungen und Differentiale. Die Taylorsche Formel. Partielle Differentiation. Implizite Funktionen.

Integralrechnung: Das affine Integral. Der Satz von Stokes. Anwendungen des Stokesschen Satzes.

Differentialgleichungen: Normalsysteme. Die lineare Differentialgleichung erster Ordnung. Die allgemeine Differentialgleichung erster Ordnung.

Differentialgeometrie: Reguläre Kurven und Flächen. Kurventheorie. Flächentheorie. Vektoren und Tensoren. Integration der Ableitungsformeln. Theorema egregium. Parallelverschiebung. Der Satz von Gauss-Bonnet.

Literaturverzeichnis · Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG